

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

MATIJA GRAŠIĆ

**RAČUNALNA IZRADA 3D
FOTOREALISTIČNIH MODELA U SVRHU
MULTIMEDIJSKE PRIMJENE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko - tehnološki, modul: Multimedij

**RAČUNALNA IZRADA 3D
FOTOREALISTIČNIH MODELA U SVRHU
MULTIMEDIJSKE PRIMJENE**

DIPLOMSKI RAD

Mentor :
doc.dr.sc. Tibor Skala

Student:
Matija Grašić

Zagreb, 2018.

SAŽETAK

U današnje doba kada se računalna grafika koristi sve intenzivnije i njena primjena ulazi u razne grane industrije, poznavanje korištenja alata za 3D modeliranje je postalo nužno u svrhu realizacije raznih projekata od konceptualnih ideja do vizualnih grafičkih rješenja. Svrha ovog rada je približiti ideju i mogućnosti primjene računalno generiranog fotorealističnog 3D prikaza u svrhu bolje multimedijske prezentacije ljudskom oku nerazpoznatljive u odnosu na realnu fotografiranu scenu. Bilo da je to izrada računalno generirane scene za arhitekturne vizualizacije, fotorealistične ambalaže za proizvode ili pak dobro poznate filmske industrije. Ovaj rad bavit će se praktičnim prikazima, tehnikama modeliranja, teksturiranja i renderiranja. Od izrade prvog modela, dodavanja različitih detalja koji pridodaju realizmu pa do naprednog korištenja sustava osvjetljenja, tekstura i mapa rad će prikazivati i pregršt dodatnih programa i priključaka kojim se realističnost 3D scene gura do granica neprepoznatljivosti. Rad će prikazati projekte i primjere iz stvarnog života i profesionalnog iskustva u polju 3D arhitekturnih vizualizacija te isto tako savjete i trikove te na kraju osvrn na budućnost i razvoj fotorealističnog 3D-a u svijetu.

Rad će istražiti mogućnosti oblikovanja fotorealističnih scena i 3D modela u današnjem svijetu. Proučit će razne priključke za generiranje i dobivanje fotorealističnih scena i modela, njihove mane i prednosti u odnosu na fotorealističnost, brzinu izrade i potrebitost. Programi i priključci bit će podijeljeni zavisno o vrsti namjene, cijeni i korisnosti. Rezultati primjene bit će vidljivi na priloženim renderima uz odgovarajuća objašnjenja i funkcionalnosti istih. Razvojem fotorealističnog 3D prikaza otvaraju se nova vrata u širokom spektru primjene a ovaj rad iznijet će sve prednosti i nedostatke takvih prikaza.

Ciljevi ovog rada jesu objasniti osnove fotorealističnog 3D prikaza, objasniti alate i priključke koji se koriste te različite vrste 3D fotorealnog prikaza i njihova namjenu u fotorealnom prikazu kroz praktičan dio ovisno o namjeni.

KLJUČNE RIJEČI: 3D, 3D vizualizacija, 3D modeliranje, računalna grafika, CGI, fotorealizam

ABSTRACT

Nowadays when computer graphics is used more and more, and its application inputs to various industries, knowledge of using 3D modeling tools has become necessary for the realization of various projects from conceptual ideas to visual graphics solutions. The purpose of this paper is to approximate the idea and the possibility of using computer generated photorealistic 3D rendering for a better multimedia presentation of the human eye unrecognizable in relation to a real-photographed scene. Whether the goal is to create a computer generated scene for architectural visualization, photorealistic product packaging, or a well-known film industry. This paper will deal with practical presentations, modeling, texturing and rendering techniques. From making the first model, adding a variety of detail that adds reality to the advanced use of lighting, textures, and folders, will also feature a couple of additional programs and plugins that bring the reality of 3D scenes to the limit of unrecognizability. The paper will present projects and examples of real life and professional experience in the field of 3D architectural visualization as well as advices and tricks, and in the end, a review of the future and development of photorealistic 3D in the world.

The paper will explore the possibilities of forming photorealistic scenes and 3D models in today's world. It will study various plugins for generating and obtaining photorealistic scenes and models, their defects and their advantages over photorealism, speeds of production and need. Programs and plugins will be divided depending on the type of use, cost and utility. The results of the application will be visible on the attached renders with appropriate explanations and functionalities. By developing a photorealistic 3D display, the new door opens in a wide range of applications, and this work will present all the advantages and disadvantages of such displays.

The goals of this paper are to explain the basics of photorealistic 3D view, to explain the tools and plugins that use different types of 3D photorealistic presentation and their purpose in photorealistic presentation through a practical part depending on purpose.

Key words: 3D, 3D visualization, 3D modeling, computer graphics, CGI, photorealism

SADRŽAJ

SAŽETAK	4
ABSTRACT.....	5
SADRŽAJ	6
1. UVOD.....	7
2. 3D RAČUNARSKA GRAFIKA	8
2.1 Osnovno i razvoj	8
2.2 Usporedba 2D i 3D.....	10
2.3 Primjena 3D modeliranja	10
3. TEHNIKE U 3D MODELIRANJU	16
3.1 Tehnike 3d modeliranja.....	16
3.2 Zahtjevi računala	18
3.3 Programi i priključci za 3D modeliranje i postprodukciju	19
4. PROCES IZRADE 3D MODELA U OVISNOSTI O NJEGOVOJ PRIMJENI.....	21
4.1 Obrada autocad podataka	21
4.2 Postavljanje scene, uvoz autocad fileova i postavljanje parametara u programu	25
4.3 Modeliranje	28
4.4 Osvjetljenje.....	37
4.5 Teksture i materijali	42
4.6 Renderiranje i post obrada u Photoshop-u	45
4.7 Finalni izgled rendera:.....	48
5. UPOTREBA 3D MODELA I VIZUALIZACIJA OVISNO O PRIMJENI.....	51
5.1 Upotreba 3D modela i vizualizacija za Video.....	51
5.2 Upotreba 3D modela i vizualizacija za online 3D šetnje	51
5.3 Upotreba 3D modela i vizualizacija za arhitekturne scene	54
5.4 Upotreba 3D modela i vizualizacija za medicinu.....	55
5.5 Upotreba 3D modela i vizualizacija u kartografiji	56
6. ZAKLJUČAK.....	58
7. LITERATURA	59
8. POPIS SLIKA.....	61

1. UVOD

U ovom radu prikazani su različiti načini stvaranja i dobivanja 3D fotorealističnih scena koristeći alate za 3D modeliranje, renderiranje i postprodukciju. Glavni fokus stavljen je na fotorealistične 3D vizualizacije objekata i njihovu primjenu u svakodnevnom životu. Bilo da je to za potrebe arhitekturnih vizualizacija, videa, animacija, tiska ili pak korištenje u CGI¹ svijetu. Kroz razne primjene prikazana je grafička svrha ovakvog pristupa i njezine prednosti odnosno nedostaci u stvarnom životu. Kroz praktičan rad prikazano je stvaranje 3D arhitekturne vizualizacije počevši od samih nacрта crtanih u AutoCAD²-u do tehnika modeliranja, manipuliranja svjetlom, teksturama, sjenčanjima pa sve do postprodukcije i završnih detalja rađenih u photoshop programu. Glavnina ovog rada izrađena je u Autodeskovom 3Ds Maxu uz pomoć Corona renderera.

Ciljevi ovog rada jesu prikazati nove tehnike modeliranja, teksturiranja te manipuliranja svjetlom. Prikazat korištenje fotorealističnih materijala i sjenčanja i njihova aplikacija u fotorealističnim vizualizacijama. Provjerit će se koliko razni priključci (*engl. plugin*) pomažu ili odmažu u procesu rada te kod kojih ih je stvari dobro koristiti a kod kojih je lakše koristiti alternative.

¹ CGI -engl. *Computer Generated Imagery* , računalno generirana slika

² AutoCAD – program za profesionalno 2D i 3D konstruiranje i crtanje opće namjene

2. 3D RAČUNARSKA GRAFIKA

2.1 Osnovno i razvoj

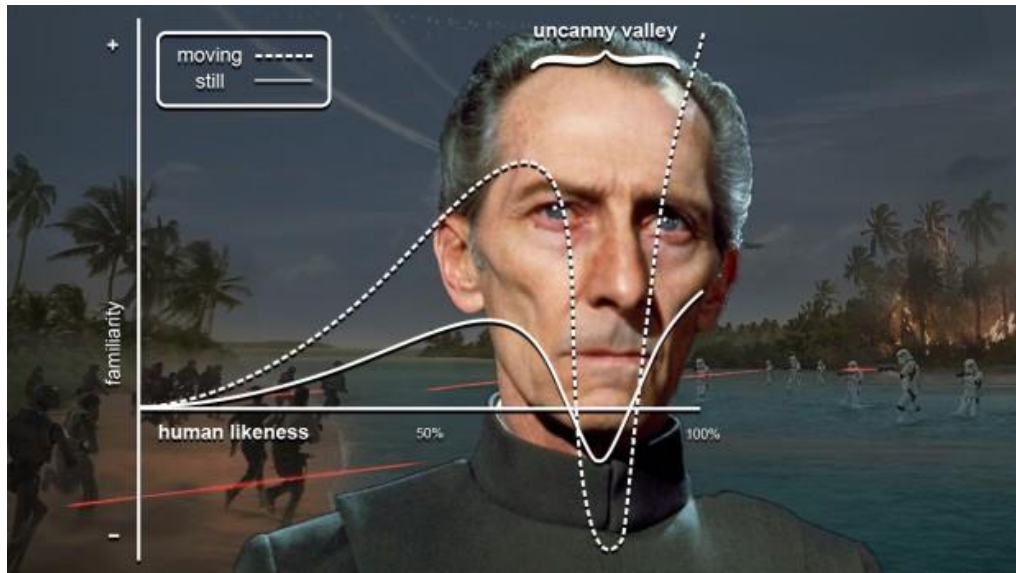
Kada se govori o 3D računalnoj grafici govori se o području računarstva u kojoj se računalna snaga i tehnologija koriste za izradu visoko realističnih vizualizacija i animacija. Primjeri takvih vizualizacija mogu biti kod samostalnih dijela poput koncepata u arhitekturi, dizajnu, animacijama u medicini, 3D računalnim igricama, filmovima i serijama ili pak kao umetak na već postojeći snimljeni sadržaj. Trenutno najviše ulaganja u ovu tehnologiju i izuzetan stupanj fotorealizma imala je filmska i video industrija dok se ostale grane lagano približavaju. Ovakav proces dobivanja fotorealističnosti izuzetno je težak posao a to govori i činjenica da na bilo kojem filmu, vizualizaciji ili animaciji radi tim ljudi podijeljenih u različite skupine od kojih je svaki stručnjak za određenu stvar. Tako imamo ljude koji se bave čisto modeliranjem, bilo to likova ili predmeta i koji te modele dovode do same granice savršenstva. Baza svake vizualizacije su dobro i profesionalno napravljeni 3D modeli. Za dobru vizualizaciju nisu potrebni samo dobri 3D modeli već i izuzetno dobro znanje teksturiranja i osvjetljenja sto zna nekad biti zahtjevnije od modeliranja. Ljudi koji se bave ovakvim poslom su visoko trenirani pojedinci sa pregršt iskustva iza sebe, većinom umjetnici u svojem polju te s ljubavlju prema najsitnijim detaljima. Veliki studiji za izradu ovakvih vizualizacija podijeljeni su na više timova i prema potrebama usmjeravaju svoje umjetnike na određene segmente tog posla. Svi oni prate već dobro uhodani proces proizvodnje 3D sadržaja. Od izrade modela, do scene, postavljanje kamera, svjetla, stavljanje tekstura i sjenčanja te na kraju do same postprodukcije. Vrijeme u kojem živimo dovelo je do toga da je računalna snaga postala dostupna i cjenovno prihvatljiva svim pojedincima, 3D generalistima³, freelancerima⁴ i manjim studijima pa se ovakvo tržište sve više i više razvija dok filmovi i vizualizacije postaju sve više i više realistične.

Tu se dolazi do pojma Jezive doline. Pojam jeziva dolina definiran je u eseju Masahira Morija 1970. godine a predstavlja osjećaj odbojnosti koju ljudi osjećaju prema robotima ili digitalnim osobama koje su približno identične pravim ljudima no ipak nisu savršene. što se

³ 3D generalist – ljudi koje su u 3D svijetu trenirani u svim aspektima tog posla

⁴ Freelancer – radnik koji se sam zapošljava, rijetko je vezan za jednog poslodavca i istovremeno može obavljati posao za više njih

vise približavamo realnosti stvari izgledaju jako prirodno. Kada pređemo tu granicu svaka uočljiva i najsitnija greška djeluje jako neprirodno. [1]



Slika 1. Uncanny Valley primjer na novom Rogue One filmu gdje je u 3D-u oživljen jedan od omiljenih glumaca

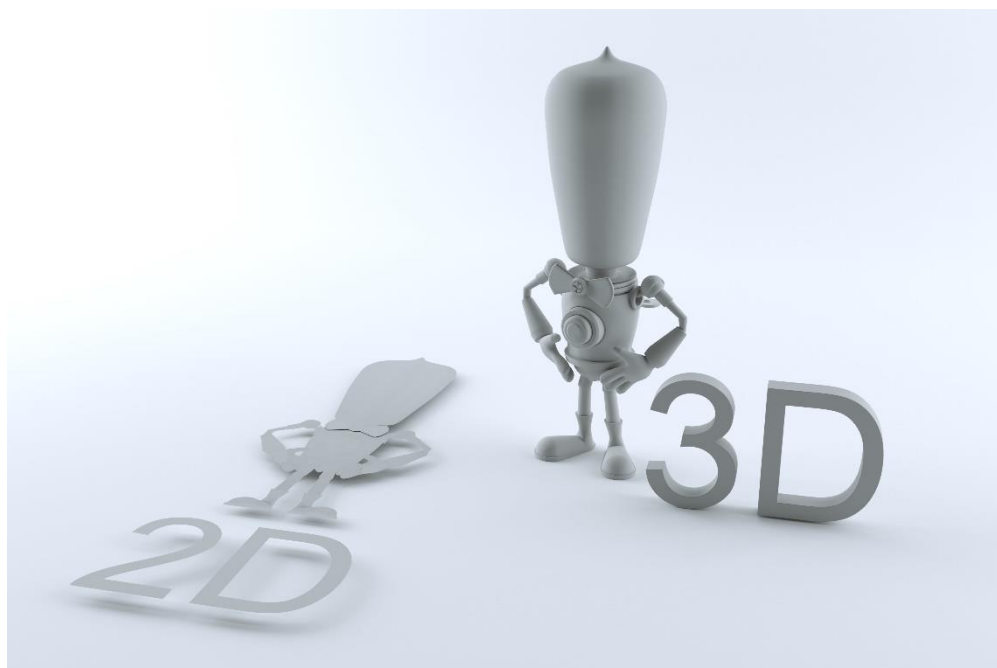
(<http://www.gizmodo.co.uk/2016/12/rogue-one-digging-up-the-dead-in-the-uncanny-valley/>)

Razvojem računala i softvera za izradu 3D sadržaja sve se više i više fotorealizam približava krajnjem korisniku koji u vrlo kratkom roku s brzom putanjom učenja ⁵(engl. *Learning curve*) može proizvesti vrlo realističan sadržaj. Postoje brojni plugin-ovi, dodaci, tutoriali, stranice sa fotorealističnim gotovim materijalima kod kojih je potrebno samo povući ih na model pa sve do stranica s gotovim 3D modelima koji u vrlo kratkom roku mogu od običnog početnika napraviti pravog umjetnika. Cijene tih softvera iz dana u dan padaju i u zadnje vrijeme sve se više studija npr. Dizajneri unutrašnje arhitekture odlučuju za izradu svojih vizualizacija dok su do sad većinom za to zaduženi bili brojni studiji specijalizirani samo za izradu istih.

⁵ Putanja učenja – engl. Learning curve – brzina ljudskog napretka u odnosu na dobivanje novih znanja

2.2 Usporedba 2D i 3D

Pojmovi 2d i 3d koriste se da bi opisali dimenzije. 2D ili dvodimenzionalno tj. 3D ili trodimenzionalno. 2D opisuje objekt u dvije dimenzije dok 3D koristi 3 dimenzije da opise isti. Razvoj jakih računala doveo je do razvoja 3D računarske grafike koja se temelji na vektorskoj grafici. Princip toga je vrlo sličan 2D grafici ali se umjesto pohranjivanja podataka o točkama, linijama i krivuljama u 2D prostoru to sprema u 3D ili trodimenzionalnom prostoru. 3D računarska grafika temelji se na pohrani točaka, linija koje spajaju te točke i strana između linija koje čine 3D poligone. Za razliku od prošlih doba, današnja računala i razvoj 3D softvera doveo je do toga da se osim pohrane 3D poligona mogu raditi i mnogo kompleksnije stvari poput sjenčanja, rasterizacije i stavljanja tekstura kako bi se nekom objektu dao privid stvarnosti.



Slika 2. Prikaz razlike između 2D i 3D

2.3 Primjena 3D modeliranja

Prvi model ikad napravljen on je profesora Ivana Sutherlanda koji se smatra pioniriom kompjuterske grafike. Sa svojim studentima prije više od pola stoljeća proizveli su prvi sken i render automobila i to u doba kada su prva računala bila veličine hladnjaka te uglavnom bez zaslona. Učinili su to tako da su skenirali fizički objekt te ga raščlanili na poligone i izmjerili

svaku liniju te na kraju unijeli u računalo. Jedno od pionira CAD⁶ programa pod imenom Sketchpad također je njegovo djelo kojim je postavio standarde u razvoju računalne grafike. Kroz godine se razvoj programa uvelike ubrzao te danas imamo programe koji su puno brži, interaktivniji, detaljniji i lakši za učenje. Razvoj tih programa omogućio je brzu izradu prototipova, stvaranje vizualizacije gotovih proizvoda pa čak i printanje istih uz pomoć 3D pisača u koji se ubace podatci direktno iz 3D programa. Ovakvi programi doveli su i do revolucije kod oglašivača koji sad mogu svoje proizvode staviti u najbolji mogući kadar gdje se finalna kvaliteta može kontrolirati i s kojima se mogu raditi inače nezamislive stvari. Tome govori i činjenica da 3D oglašavanje zadržava pažnju čak 5 puta više od klasičnog 2D oglašavanja. Najpoznatiji primjeri 3D modeliranja jesu u Arhitekturi, Medicini, filmskoj industriji, video igrama, produkt dizajnu itd... [2]



Slika 3. Prikaz ikonskog i najpoznatijeg objekta u 3Ds Maxu

⁶ CAD – Computer Aided Design – oblikovanje pomoću računala

Kod arhitektonskih vizualizacija sada imamo način i alate za izradu visoko fotorealističnih reprezentacija zgrada bez potrebe za fizičkom izgradnjom maketa te isto tako mogućnost brze i lake promjene preinaka u dizajnu. [3]



Slika 4. Primjer arhitektonske vizualizacije interijera

Kod medicine sada imamo sredstva i mogućnosti za izradu estetskih pomagala. Tehnologija 3D skeniranja i printanja omogućila je znatno bržu izradu istih i donijela velik napredak i veću preciznost u ovom polju. Iako se ova tehnologija još uvijek razvija, zbog svoje brzine i efikasnosti postala je dostupna širokom broju pacijenata.



Slika 5. Model aorte skeniran, izmodeliran i spreman za 3D print

3D modeliranje za filmsku industriju najpoznatije je većini društva. Najviše se koriste u FX polju ⁷ za stvaranje efekata i objekata koje nije moguće dobiti tj proizvesti u normalnim uvjetima. Tako se dobiva kompjuterski generirana slika koja stvara neku novu zamišljenu scenu ili pak nadodaje na postojeću raznim manipulacijama. Da bi se dobio dojam kompleksnosti ovakvih kadrova dovoljno je reći da uz svu raspoloživu golemu računalnu snagu studija Pixar još je uvijek potrebno oko 6 h renderiranja za samo jednu sličicu animiranog filma. Zbog visoke kompleksnosti modela i napretka tehnologije često se danas CGI niti ne može razlikovati u filmovima.

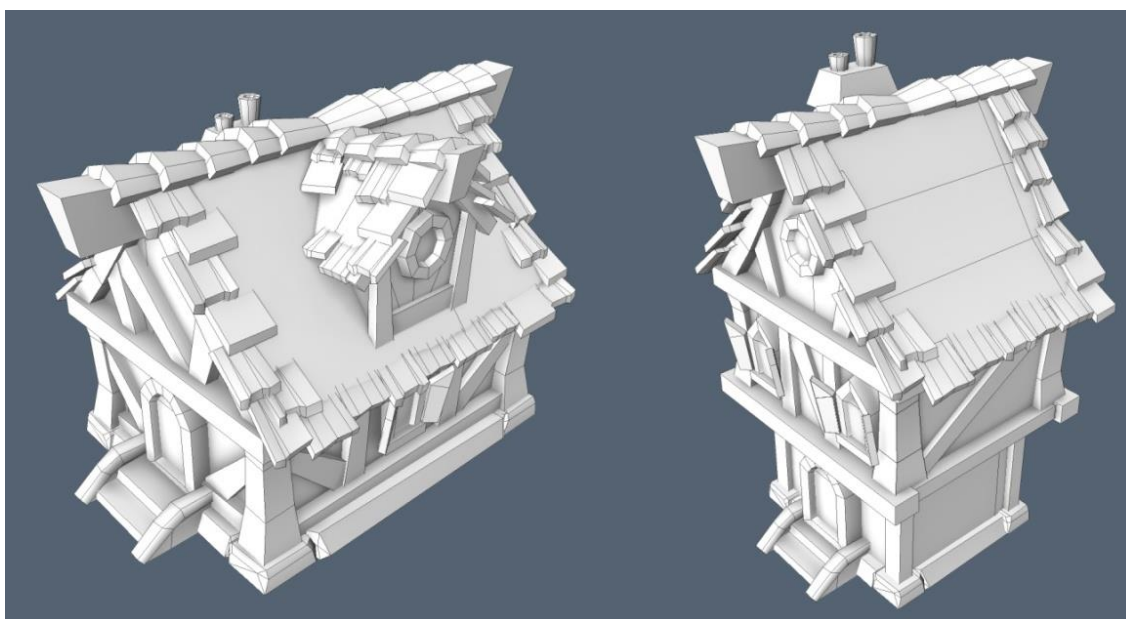
⁷ FX polje – engl. Special effects, specijalni efekti iluzije i vizualni trikovi koji se koriste u filmovima, tv-u, kazalištu itd.



Slika 6. Primjer CGI u poznatom Deadpool filmu

(<https://www.outerplaces.com/science-fiction/item/11421-deadpool-before-and-after-vfx-shots-break-down-that-deadly-highway-scene>)

Kod modeliranja za video igre bitno je da sadrže dovoljno detalja u modelu uz istovremeni balans broja poligona tj njegovo smanjenje kako bi igra tekla što fluidnije. [3]



Slika 7. Primjer 3D modela za video igre sa malim brojem poligona

<https://www.sc2mapster.com/projects/ahtiandrs-wc4-level-art-stuff/images>

Modeliranje za produkt dizajn. Ovakvi modeli izuzetno vjerno prikazuju konačan produkt te su zbog toga vrlo cijenjeni. Kod ovakvih vizualizacija vjerno se izrađuju prototipovi produkata kako bi se ocjenio njihov dizajn, detalji, trošak izrade itd. Ovom granom mogu se dobiti i precizne mjere produkta pa i sam 3D model za 3D print. Mogu se objekti animirati, pogledati u 360 stupnjeva pogledu, mogu se ubaciti u bilo koju reklamu i prezentaciju te osigurava uspjeh modela na tržištu.



Slika 8. 3D vizualizacija produkata

3. TEHNIKE U 3D MODELIRANJU

3.1 Tehnike 3d modeliranja

3D modeliranje je proces kreacije matematičkih reprezentacija objekata u trodimenzionalnom smislu. On sadrži podatke o točkama, linijama i plohamu u 3D prostoru koje računalo naknadno interpretira kao virtualni objekt. Najpoznatiji načini za modeliranje su korištenje paketa poput 3ds maxa ili Maya no osim spomenutog načina 3D virtualni objekt može se dobiti i proceduralnim generiranjem. Proceduralno generiranje je upotreba matematičkih algoritama kako bi se dobio 3d model. Danas još u ovu kategoriju spada i 3D skeniranje kojim dobijemo stvarni objekt u formatu razumljivom računalu.

Postoje dvije vrste osnovnog modeliranja. Poligonalno modeliranje i NURBS modeliranje. Poligonalno modeliranje sastoji se od niza točaka, linija i ploha. Najjednostavniji poligon je tris. Sastoji se od 3 rubne točke. 3 linije koje povezuju te točke i jedne plohe koja zatvara trokut. Kod ovakvog načina modeliranja najčešće se koriste trostrani i četverostrani poligoni. Grupa tih poligona povezanih na zajednički način naziva se 3d model ili engleski mesh. Ovisno o načinu izrade i namjeni potrebno je pridodavati pažnju na točnu geometriju i na eventualne greške i izbočine nastale pogrešnim modeliranjem, spajanjem ili deformacijama. Od svih pogrešaka modeliranja najčešće se događaju poklapanja poligona ili rubnih točaka. Ovakvi problemi ne predstavljaju velike probleme kod npr. Arhitekturnim vizualizacija no dolaze na vidjelo kod visokopreciznih laserskih strojeva, 3D printanja i vojnih i civilnih simulacija u stvarnom vremenu. Postoji niz alata koji pomažu kod otkrivanja ovakvih vrsta grešaka no najbolji način je upoznavanje s alatom i pravilan rad prilikom stvaranja i manipulacije 3d objektima.

NURBS (Non-Uniform Rational Bézier Splines) je matematički izraz koji 3D modele prikazuje s krivuljama i površinama za razliku od poligonalnog koji koristi i rubne točke i linije. Za rezultat dobijemo glatke površine bez nazubljenih rubova. Takav način modeliranja bazira se na takozvanim Bézierovim krivuljama koje program iscertava između kontrolnih točaka. Svaka odabrana točka ima početak, kraj i tu svoju zakrivljenost. Koliko je velika zakrivljenost ovisi o kontrolnim točkama tj. Težini koja se pridodaje jednoj strani točke.

Najpoznatiji algoritmi poligonalnog modeliranja kod 3ds maxa jesu:

TurboSmooth – zaglađuje površinu i pametno duplicira broj poligona kako bi se postigao smooth rezultat

Extrude – algoritam izvlačenja poligona iz modela

Cut – algoritam dijeljenja poligona.

Shell – algoritam dodavanja debljine na objekt.

FFD – algoritam koji služi za deformaciju objekta.

Bend – algoritam koji služi za savijanje objekta.

UVW map - algoritam kojim stavljamo koordinate za mapu na određeni objekt

Chamfer – algoritam koji dijeli uglove i stavlja iteracije tako da uglovi izgledaju zaglađeno

Osim ovih dviju tehnika postoji i subdivizijsko modeliranje. Subdivizijsko modeliranje je kombinacija NURBS-a i poligona . Najčešće modeliranje započinje kao poligonalno a zatim se koristi matematika NURBS-a kako bi se zagladili grubi rubovi modela .

Glavni problem poligona je prikazivanje zakrivljene površine. Javlja se spora brzina procesuiranja pogotovo ako je riječ o Scanline metodi. U Scanline metodi svaki se poligon mora pretvarati u primitiv pa je stoga manipulacija u velikim scenama gotovo nemoguće uzimajući u obzir računalne resurse. Prednost poligona je ta da se poligoni mogu međusobno spajati u jednu cjelinu pa stoga ne dolazi do pucanja od cjeline i odvajanja što rezultira bržim renderiranjem i jednostavnim modeliranjem svakakvih modela. Modeliranje NURBS-ima zasniva se na interpolaciji krivuljama. Time se glatke površine i deformacije puno lakše i jednostavnije dobivaju upotrebom samo nekoliko kontrolnih točaka. NURBS-i olakšavaju teksturiranje zbog dvodimenzionalnog U i V koordinatnog sustava i mogu se s lakoćom pretvoriti u sve ostale metode modeliranja. Nedostatak NURBS-a je povezivanje više njih u jednu cjelinu kao što je to mogućnost s poligonima pa stoga dolazimo do odvajanja geometrije i kod rada na velikim scenama prilikom animiranja. [4,5,6,7,8]

3.2 Zahtjevi računala

Kada govorimo o računalima za izradu visoko realističnih 3D sadržaja govorimo o pravim radnim stanicama (engl. Workstation). Pravila kod takvih računala jesu da što više jezgri sam procesor ima tim bolje za krajnji ishod. Kod izrade takvih vizualizacija računalna snaga, znanje i brzina rada su najbitniji. Većinom se u izradi koriste Xeon procesori. To su procesori namijenjeni visokim stupnjevima izrade ovakvih multimedijских sadržaja ali naravno dolaze uz određeni trošak. Ovakvi procesori kreću se od nekih par stotina dolara do čak visokih desetaka tisuća dolara po jednom procesoru. U današnje vrijeme fotorealizam se može postići na gotovo svakom modernijem računalu uz pretpostavku da može pokrenuti tj da je kompatibilan s hardverskim zahtjevima samog softvera kojeg treba pokretati. Za nekakve obične fotorealistične manje vizualizacije sve što vam je potrebno je dobar procesor, dosta rama te neka solidna grafička kartica s kojom bez problema možete navigirati po sceni. Uloga RAM-⁸a u ovom slučaju je da sve te poligone, teksture i informacije spremi na najbrži mogući način da se prilikom korištenja do njih može brzo doći. Profesionalni studiji za izradu ovakvih 3D sadržaja koriste računala ili radne stanice koji imaju po 4 procesora na jednoj ploči uz najmanje 256 gb radne memorije a što se lako može nadograditi i do nekoliko terabajta iste. Brzina renderiranja ovisi o broju jezgara procesora, brzini jedne jezgre procesora, količini poligona u sceni, materijalima, teksturama itd.. Tako npr. jedan jedini render može trajati od recimo par minuta pa do par sati renderiranja u komadu. U ekstremnim slučajevima i par dana. Računalna snaga se svakog dana sve više i više razvija, novi procesori izlaze na mjesečnoj bazi te ih ostala tehnologija prati u stopu dok se cijene sve više i više približavaju pristupačnosti. [1,2]

⁸ RAM – engl . Random Access Memory – memorija s nasumičnim pristupom, oblik pohranjivanja podataka



Slika 9. Primjer profesionalnog 3D workstation računala

<https://www.digitalstorm.com/img/pages/Solutions/digital-storm-CAD-workstations.jpg>

3.3 Programi i priključci za 3D modeliranje i postprodukciju

Za izradu osnovnog 3D sadržaja potreban vam je jedan ili više programa za 3D modeliranje. U današnje doba postoji pregršt istih od kojih svaki ima svoju zadaću. Danas najpoznatiji alati za 3D modeliranje jesu Maya, 3DS Max, Cinema 4D i Blender koji je od svih njih jedini besplatan program. Spektar ovih 4 programa je toliko velik da se koriste za širok aspekt poslova. Najpoznatija primjena ovakvih programa ona je iz svijeta filma. Filmska industrija smatra se pionirima 3D tehnologije jer je prva koristila ovakvu tehnologiju i većina inovacija u tom području dolazi upravo od njih. I danas se u ovom području najčešće koriste ta 4 programa koja su postala industrijski standard u polju 3D primjene. Osim filmske industrije za njima posežu i produkt dizajneri, arhitekti te u zadnje vrijeme brzorastuća gaming industrija koja svakim danom broji sve više i više korisnika. Iako programi variraju po mogućnostima njihova je primjena raznovrsna. Pošto je Blender OpenSource program i jedini kao takav u ovoj listi besplatan idealan je za početnike i indie game dev studije koji tek započinju a isto tako i za one iskusnije kojima se više sviđa ovakav pristup. Blender se odlikuje većinom značajki i mogućnosti koje bi pronašli u nekom profesionalnom alatu za 3D modeliranje i baš je zato omiljen kod velikog broja 3D korisnika. Što se tiče Autodesk Maya, ona je više sklona 3D animaciji. Upravo zbog toga postala je Industrijski standard kod izrade specijalnih efekata i

animacije u modernoj filmskoj industriji. Ono što Mayu čini posebnim je kvalitetno simuliranje mišića ili rigging ⁹zbog kojeg modeli izgledaju izuzetno živim i realnim. Najpoznatije stvari nastale ovakvim putem jesu Filmovi Avatar, Gospodar Prstenova i Spider-man. Ono što ovaj alat odvlači od početnika i Indie game dev timova je Mayina izuzetno velika cijena. Iako kada pogledamo sve mogućnosti i zaradu koja se dobiva ovim alatom to postaje manje značajno. 3D studio max koji se koristi u ovom radu idealan je za arhitektonske vizualizacije, video igre i općenito modeliranje ili produkt dizajn. Iako se pretežito koristi za ovakve stvari može biti koristan i kod filmske industrije. Najveći primjer toga je serijal Harry Potter i X-men za koje su specijalni efekti rađeni bas u tom programu. Ono što ovaj program čini izuzetnim jesu njegove sposobnosti manipuliranja materijalima, kvalitetna obrada svjetlosti i dobro snalaženje u prostoru tj. jako pregledan viewport. Sve to zajedno čini ovaj alat za 3D modeliranje jednim od najboljih u svijetu. A kada se spoji s render sustavima poput Corone korištene u ovom radu ili pak superiornijeg V-Raya ostaju nam odlične fotorealistične scene koje oduzimaju dah. Cijena je ista kao kod Maye pa isto tako odbija početnike i manje studije. Iako postoje besplatne studentske licence koje se mogu aktivirati na period od 3 godine i tako dobit pristup bilo kojem Autodesk programu potpuno besplatno. Jedini uvjet je da se ne koriste u komercijalne svrhe. Zadnji ali ne i najmanje vrijedan je Cinema 4D i kao što ime govori pretežito se koristi u filmskoj industriji no sve više i više pronalazi korist u TV produkciji. Njegovi radovi prikazani su na poznatim reklamama poput Coca-Cole, Volva, Carlsberga, Jack Danielsa, Nestlea i mnogih drugih. Nekad je Cinema 4D bila superiornija u 3D modeliranju zbog njegovog lakog učenja i dobre integracije s Body paintom ali dolaskom i razvitkom ostalih programa ova karakteristika pada u drugi plan te se danas više ne izdvaja toliko. Svaki od ovih programa koristan je za određenu stvar no u svima njima se može postići isti rezultat. Sada kada jedan od ovih programa nadopunite za nizom besplatnih priključaka koji su izdani posebno za njih i čija svrha je neke zadaće dodatno ubrzati dobijete moćne i brze alate za produkciju, vizualizaciju ili pak stvaranje igara. Tako recimo priključak koji je korišten u radu pod nazivom „Floor Generator“ zamjenjuje klasično modeliranje daskice po daskice te na laki način i gotovo u sekundama daje nam gotovi pod. U postavkama se mogu kontrolirati veličine daskica, njihova visina, razmak između istih pa čak i način slaganja od klasičnog običnog do riblje kosti i sl. Ovaj priključak samo je jedan od mnogih koje ovakve programe čini još boljima i koji satove rada pretvara doslovno u minute. I na kraju tu je program za postprodukciju od kojih je najkorišteniji Photoshop. On nam omogućava manipuliranje gotovim slikama i pretvaranje već

⁹ Simuliranje mišića – engl. Rigging – stavljanje kostura u 3D model

ionako realnih rendera u izuzetno realistične fotografije. Ovaj program ima moć pretvaranja i spašavanja loših rendera u prihvatljivo stanje pa je izuzetno cijenjen i korišten u ovoj industriji. Skoro pa ne postoji osoba koja ne kombinira ovaj alat za nekim alatom za 3D modeliranje u ovoj industriji. [9,10,11]

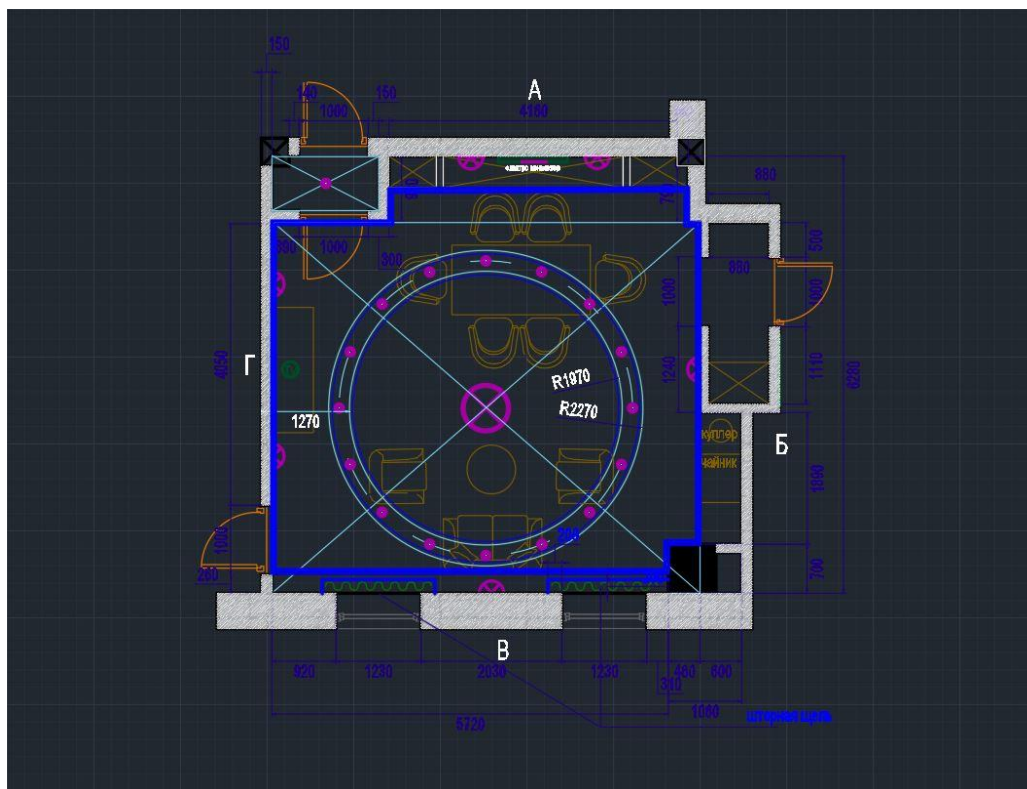
4. PROCES IZRADE 3D MODELA U OVISNOSTI O NJEGOVOJ PRIMJENI

- a. Obrada autocad podataka
- b. Postavljanje scene, uvoz autocad fileova, postavljanje parametara u programu
- c. Modeliranje
- d. Osvjetljenje
- e. Teksture i materijali
- f. Renderiranje i post obrada photoshop

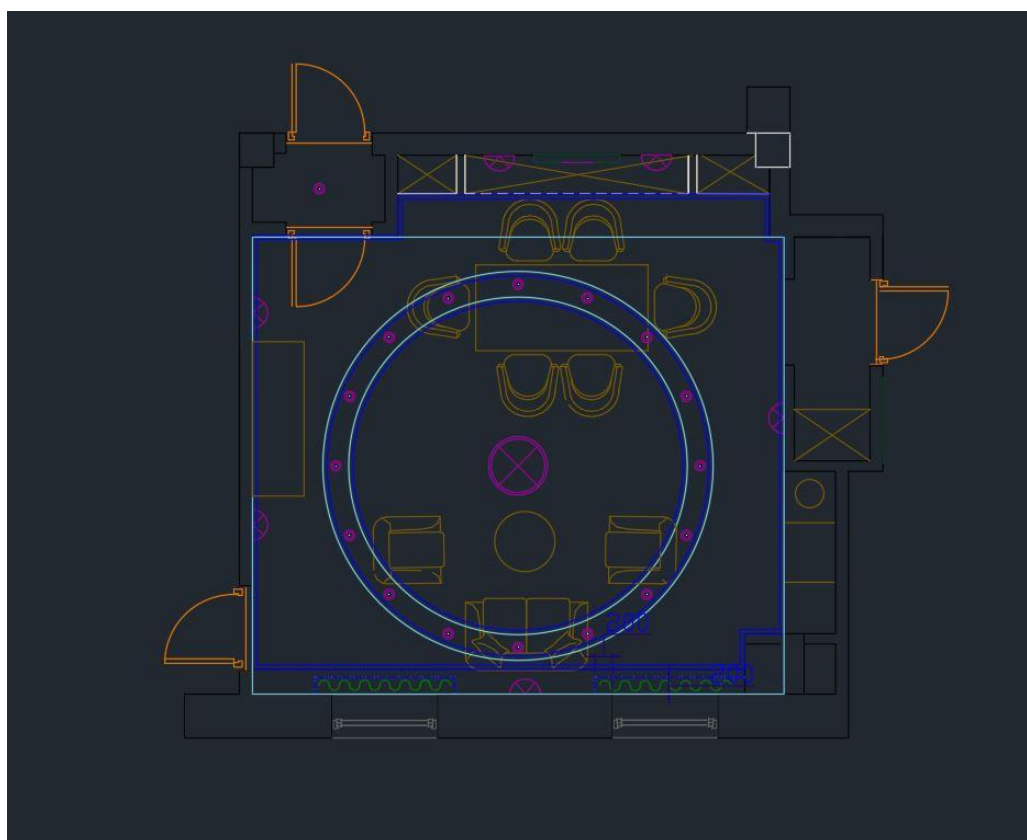
4.1 Obrada autocad podataka

Svaka vizualizacija ili model, bilo da je to osmišljeno iz glave ili pak potječe iz ruke arhitekata ili inovatora ima neki plan izrade. Ovaj rad izrađen je koristeći profesionalni Autocad nacrt crtan i dizajniran u Autodeskovom¹⁰ programu Autocad. Autocad je profesionalni program široke, univerzalne namjene koji podržava dvodimenzionalno projektiranje te kojim se zamjenjuje do sada klasično projektiranje na papiru, crtačoj dasci i šestararu ili pak trodimenzionalno modeliranje kompleksnih objekata koji se mogu prikazivati, okretati, skalirati, osvjetljivati, renderirati itd. U ovom praktičnom radu uzet je primjer jedne moderno – klasične prostorije s dva prozora, troja vrata i pregršt malenih detalja koji su svi detaljno prikazani s pravilnim mjerilima unutar programa.

¹⁰ Autodesk – Američka kompanija specijalizirana za proizvodnju softvera za 3D i 2D dizajniranje

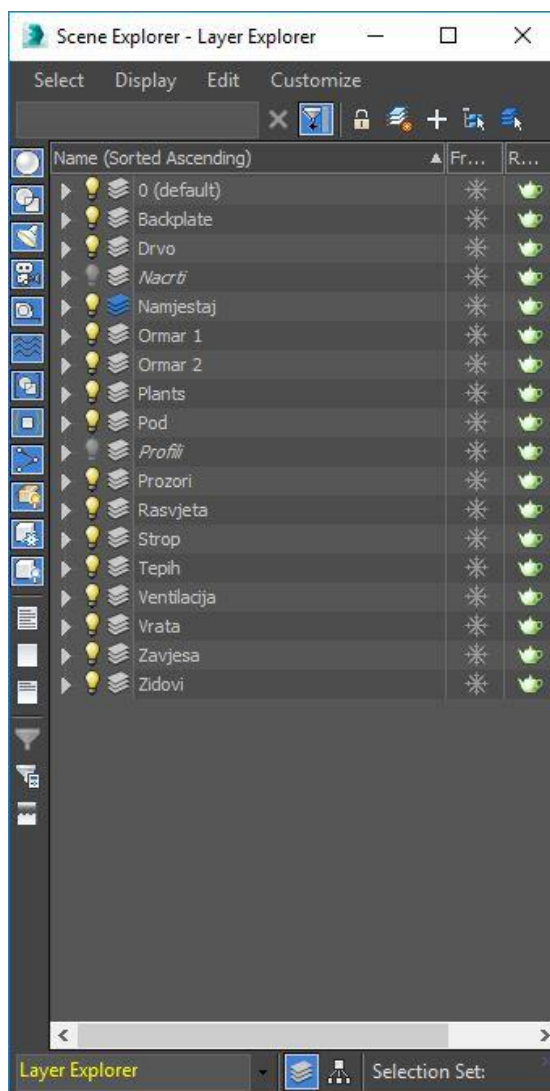


Slika 10. Profesionalni nacrt u Autocadu prije obrade



Slika 11. Profesionalni nacrt u Autocadu nakon obrade

Izuzetno je važno da svaki objekt ima pravilnu mjeru kako ne bi došlo do gubitka osjećaja fotorealizma. Lako se može dogoditi da neki predmet izgleda premalo ili preveliko i to narušava njegovu krajnju vizualizaciju. Kod ovakvih poslova organizacija je zaista pola posla pa zato je uvijek dobro držati stvari organiziranim u posebne slojeve ili layere.¹¹ Na primjer zidovi idu u sloj „Zid“, rasvjeta ide u sloj „rasvjeta“ itd.. To uvelike ubrzava proces čišćenja ubacivanja nacrtu u program za daljnje modeliranje a isto tako i pomaže kada više ljudi radi na jednom istom projektu.

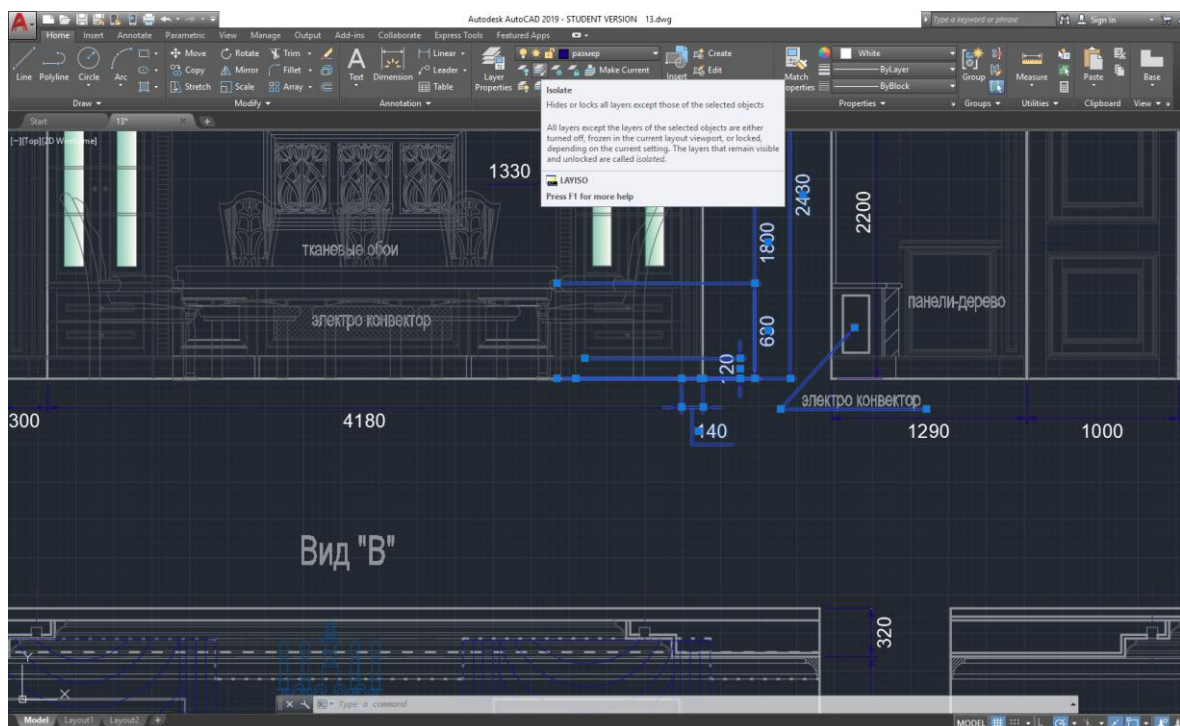


Slika 12. Izgled posloženih slojeva

Pošto se u 3D studio Maxu koriste samo linije kao pomoć, proces čišćenja sastoji se od micanja svih nepotrebnih stvari na tom nacrtu a to uključuje mjere, obrazloženja, pomoćne

¹¹ Slojevi – engl. Layer – 3d objekti, grupe, efekti obloženi jedni preko drugih radi lakšeg snalaženja

linije kod crtanja, iscrtkane linije, legende i slične stvari. Isto tako je jako bitno da sve grupe tj grupirani elementi u Autocadu budu grupirani te da svi blokovi elemenata budu otvoreni. Još jedna korisna stvar prije ubacivanja je korištenje naredbe PURGE. Purge je naredba koja briše sve blokove, layere, materijale, stilove i slično. Ovom naredbom oslobađamo dosta CPU snage i RAM memorije kako bi kod ubacivanja u 3DS Max mogli fluidno raditi bez zagušenja i slabih performansi. Zna se često događati da prilikom ubacivanja autocad nacрта u 3ds max naletimo na spori rad i čudno ponašanje unutar 3ds Max-a a to se događa kada dokument nije dobro očišćen pa za njim ostaju bespotrebne točke i linije. Čišćenje autocad nacрта možemo raditi liniju po liniju a možemo isto tako i odabrati kao što je u ovom slučaju bilo i razne slojeve. No većina autocad nacрта nažalost rađena je brzo i skoro pa u 60% slučajeva ništa nije grupirano što na kraju sve dovodi do nepreglednosti samog nacрта i kasnije teškog snalaženja od strane drugih projekatanta. Tako na primjeru iz praktičnog dijela imamo posložene slojeve od kojih je jedan za tekst. Nakon odabira tog sloja dovoljno je samo kliknuti naredbu isolate da izoliramo sve tekstualne objekte i na temelju toga preostaje samo pritisnuti tipku za brisanje. Svaki profesionalni studio koji se bavi izradom ovakvih fotorealističnih vizualizacija uvijek rade ruku uz ruku s Autocad programom. Iako se očišćeni nacrti ubacuju u glavni program još uvijek je neopisivo lako na drugom monitoru ili u drugom programu imati otvoren neočišćeni nacrt kako bi zatim lakše vidjeli svaki zid, metalnu konstrukciju, pod itd.

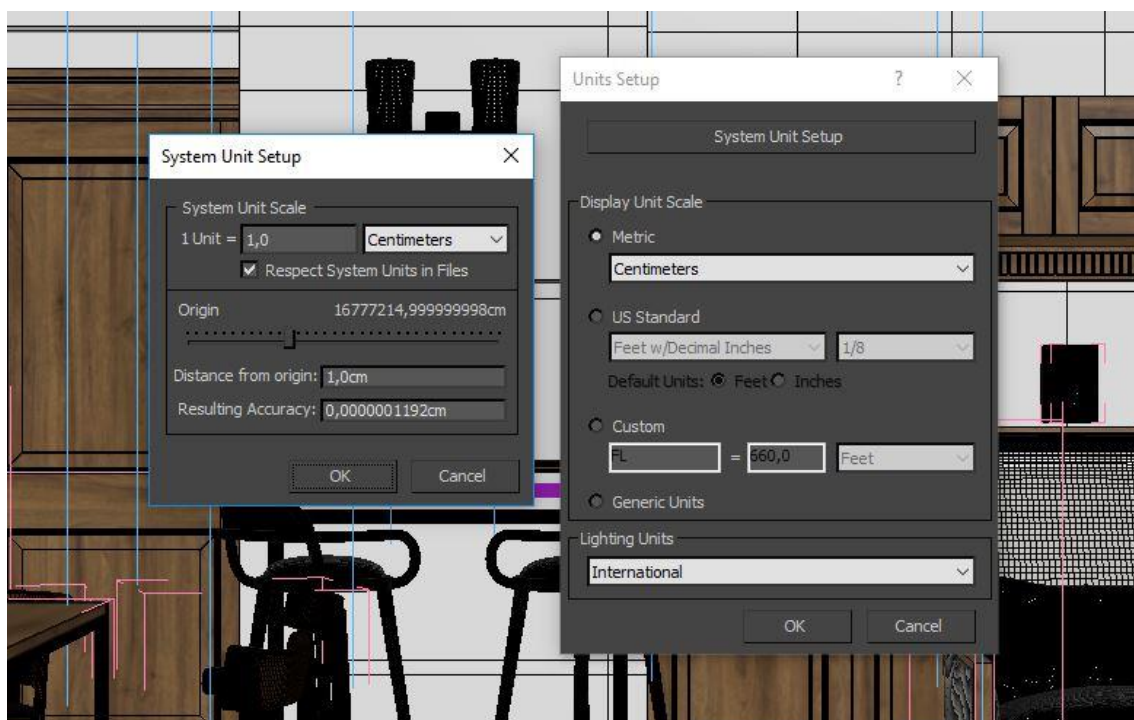


Slika 13. Proces čišćenja autocad nacрта koristeći slojeve i Isolate naredbu

Prilikom ubacivanja nacrtu u 3ds max rađeno je spajanje svih linija u jedan Editable spline. To doprinosi preglednosti u samom max dokumentu i olakšava procesoru i memoriji posao kada umjesto tisuće krivulja imamo samo jednu. Isto tako je taj nacrt postavljen u jarku plavu boju kako bi se lakše vidjelo i kako bi nam olakšavalo navigaciju i percepciju prilikom samog 3d modeliranja. Na kraju je samo potrebno kod Importa u 3Ds max odabrati mjerilo u kojem je rađeno u Autocadu tako da se ne dogodi greška prilikom konverzije recimo iz incheva u centimetre u slučaju kad je Autocad podešen i rađen u inchevima a 3ds max u centimetrima. Način na koji možemo najlakše vidjeti da li je nacrt rađen u CM ili Inchima je tako da se uzme Measure tool u autocadu i jednostavno izmjere najpoznatiji objekti poput širina vratiju, visina stolova koja je uvijek na nekih 75 cm itd.

4.2 Postavljanje scene, uvoz autocad fileova i postavljanje parametara u programu

Prije početka modeliranja važno je pod postavkama mjerila u 3ds Maxu staviti točno određenu mjernu jedinicu koju će se koristiti. 3ds max ima 2 mjerila, jedno sistemsko (engl. Display system unit) koje 3ds max koristi za izračunavanje a drugo je ono po kojem se radi tj koje je prikazano kako bi Vama bilo lakše (engl. Display Unit scale). Tako npr. ako se radi na velikim scenama koriste se metri ili kilometri dok se za modeliranje manjih stvari koristi manje mjerilo, centimetri ili milimetri.



Slika 14. Prikaz postavki mjerila unutar programa 3DS Max

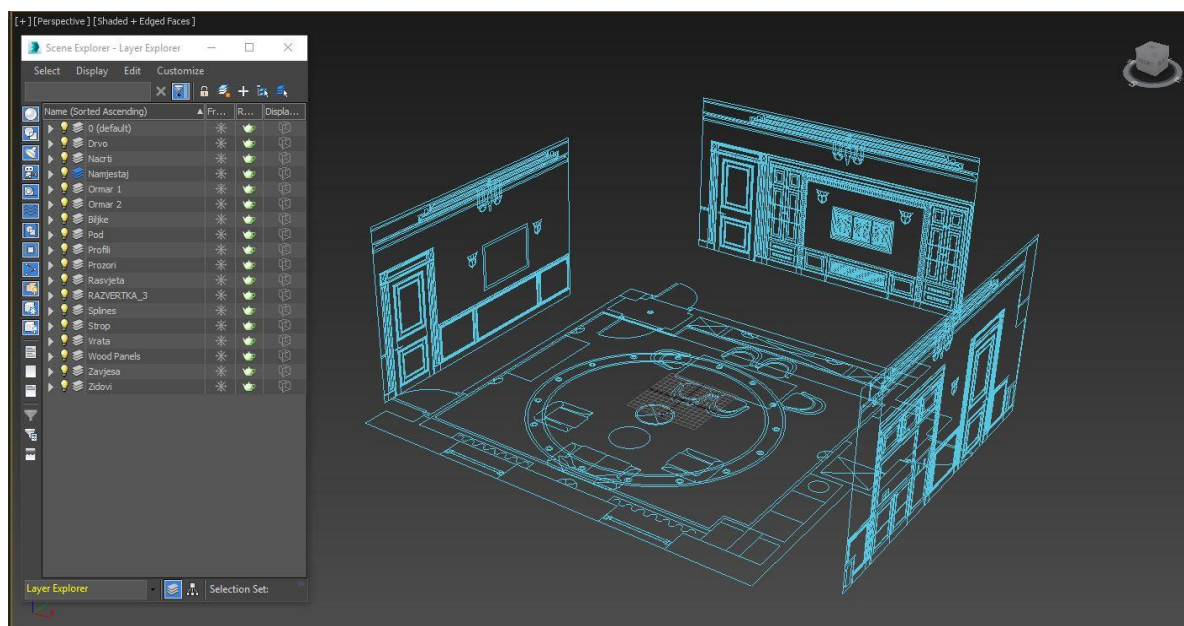
Nakon uvoza, nacrt je stavljen u novi sloj „Nacrti“ te isto tako spojen skupa u jednu cjelinu ili Editable spline. Takvi se nacrti mogu namjestiti po želji, staviti ispod, rotirati, okretati kako bi se u konačnici dobio željeni rezultat a to je da svaki pogled, bio to prednji, lijevi, gornji ima svoj nacrt. To uvelike olakšava posao i snalaženje u prostoru te modelu. Na nacrt je dodana jarka plava boja koja pojačava snalaženje i koja ističe taj nacrt od drugih objekata u sceni kako bi se on lakše vidio. Na početku prije modeliranja potrebno je isto tako srediti izbornik za manipulaciju slojevima. Tako npr. Prvi i nulti layer uvijek ostaje samo za kamere i za environment i sun objekt. Sav namještaj ide u sloj namještaj dok ostatak ide u iste slojeve prikladnih imena. Cilj ovakvih grupiranja je lakše snalaženje u prostoru bilo nama ili kolegama, ostalim projektantima ili nekim trećim koji nastavljaju rad. Bitno je da bilo tko kad otvara ovaj dokument može lako nastaviti raditi na njemu i da se može lako snaći. Problem ne postoji kada imamo par tisuća poligona i par objekata. Problem je kada postoje tisuće objekata s milijunskim poligonima koji zakrče scenu. Primjer na mojem praktičnom radu je taj da koliko god ja imao jako računalno broj poligona se sve više i više povećavao tijekom izvedbe praktičnog rada dok nije došao do granice mojeg sustava. Tada su se pojavile novi problemi a to je navigiranje po sceni. Uz toliko poligona to je bilo skoro nemoguće pa je ovo primjer kod kojeg dobra organizacija dolazi na naplatu. Objekti na kojima se radi doslovno se ostave dok se ostali takorekoć ugase. To gašenje i paljenje slojeva omogućava brži rad, lakšu navigaciju i lakše

snalaženje po sceni. Isto je tako dobro da se prije samog rada postavi određena mapa koja se nazove prikladno nazivom objekta i zatim u nju smještamo sve ostalo.



Slika 15. Prikaz projektne mape s prikladnim imenima za lakše snalaženje

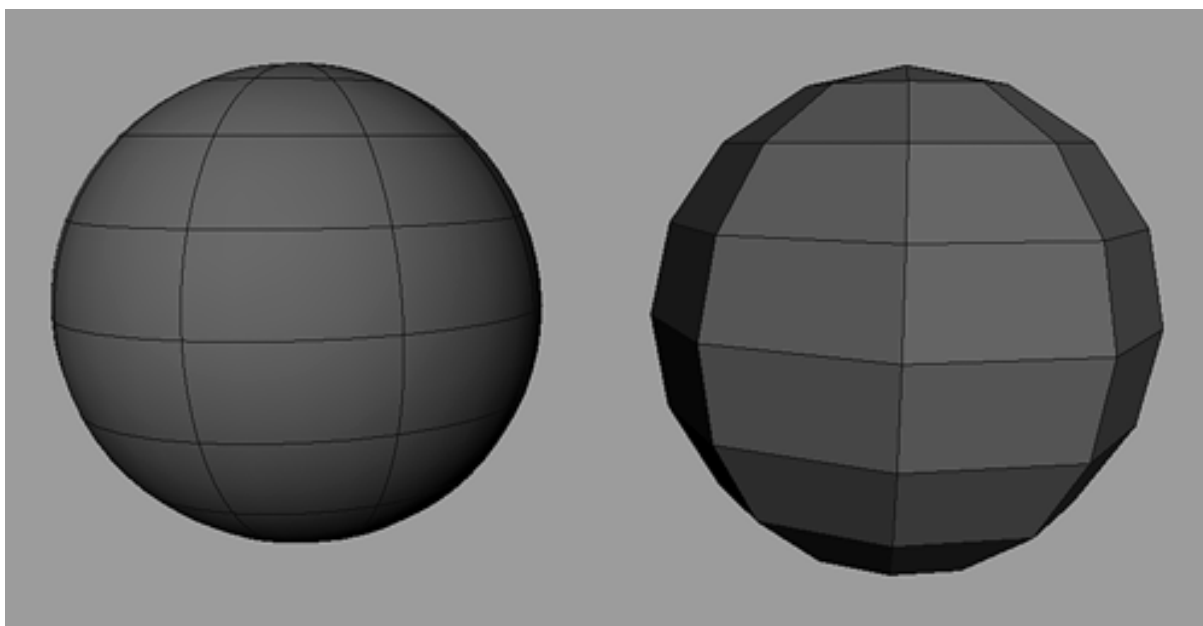
3ds max datoteke u ovom slučaju praktičnog išle su u mapu 3ds max i to pod imenom projekta i s prefiksom datuma. U mojem slučaju 18.... Diplomski rad. Primjer : 180901 Diplomski rad.max predstavlja 2018 godinu, 9 mjesec 1 dan i zatim ime. Svaki dan rada sprema se pod novi naziv tj novi datum i tako u slučaju pogreške ili koruptiranih podataka možemo lako vratiti scenu na prethodno tj barem dobiti jedan dio scene natrag. Zatim imamo najčešće input mapu u koje pod određenim datumom stavljamo stvari koje smo radili taj dan. Tu sam stavljaao autocad nacрте, referentne slike i sve ostalo potrebno za izradu te scene i na kraju najčešća mapa je render mapa. U njoj se spremaju svi renderi, obrađeni i neobrađeni itd. Mogu još postojati i photoshop mapa, proxy mapa za proxy objekte. Proxy objekti su objekti koji se spremе na računalo ili server dok je njihov privid u vidljiv u glavnom projektu ali ne zauzima resurse. Tek kada se pokrene render učitava se taj dio u memoriju i nakon renderiranja se automatski isprazni. To je posebno dobro kada imamo stotine i stotine drveća, biljaka, travki i ostalog u sceni. Drugi način koji nije korišten u ovom projektu a tiče se organizacije podataka je Autodeskov file organizer unutar 3ds max programa. **Application Menu > Manage > Set Project Folder.** U ovakvom načinu rada 3ds max automatski napravi mapu tj projekt mapu na odabranoj lokaciji unutar računala ili servera s pregršt podmapa za 3ds max datoteke, slike, rendere, inpute itd.



Slika 16. Prikaz Izbornika za manipuliranje slojevima te postavljene nacrti unutar programa 3Ds Max

4.3 Modeliranje

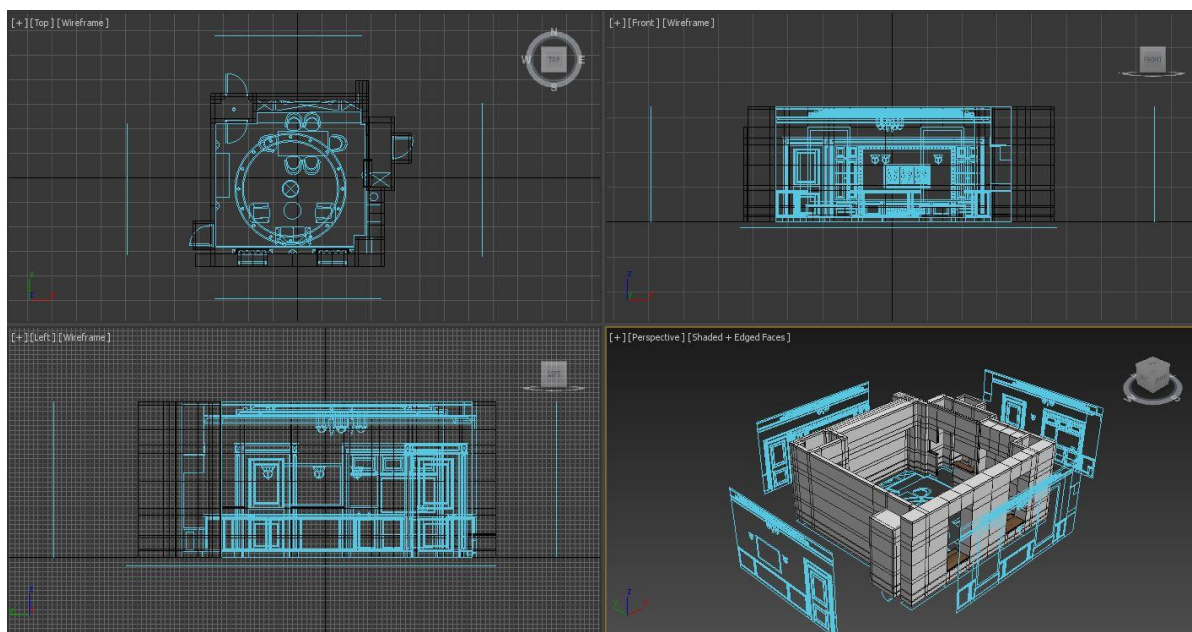
Ovakav tip modeliranja prikazan u radu može se nazvati profesionalnim modeliranjem. Svako modeliranje kako god složeno počinje od jednog jedinog objekta. Bilo da je to modeliranje pomoću poligona ili pomoću NURBS-a tj. krivulja. NURBS ili Non-Uniform Rational B-splines je industrijski standard za modeliranje i dizajniranje 3d ploha. Pogotovo je pogodan za modeliranje kompleksnih ploha i zakrivljenja koje bi teško dobili poligonalnim modeliranjem. Alati za takvo modeliranje ne zahtijevaju znanje matematike kako bi proizveli objekt već su oni lako manipuliraju interaktivno pa su stoga omiljena tehnika modeliranja kod većine 3D umjetnika vani. S druge strane poligonalno modeliranje tj poligon sastoji se od točaka, linija i stranica kako bi prikazali 3d objekt. Poligoni su korisni za stvaranje širokog pojma objekata i najviše se koriste kod 3D sadržaja za animirane efekte u filmovima, interaktivnim video igrama i internetu.



Slika 17. NURBS i poligonalno modeliranje

(<https://flylib.com/books/en/2.770.1.20/1/>)

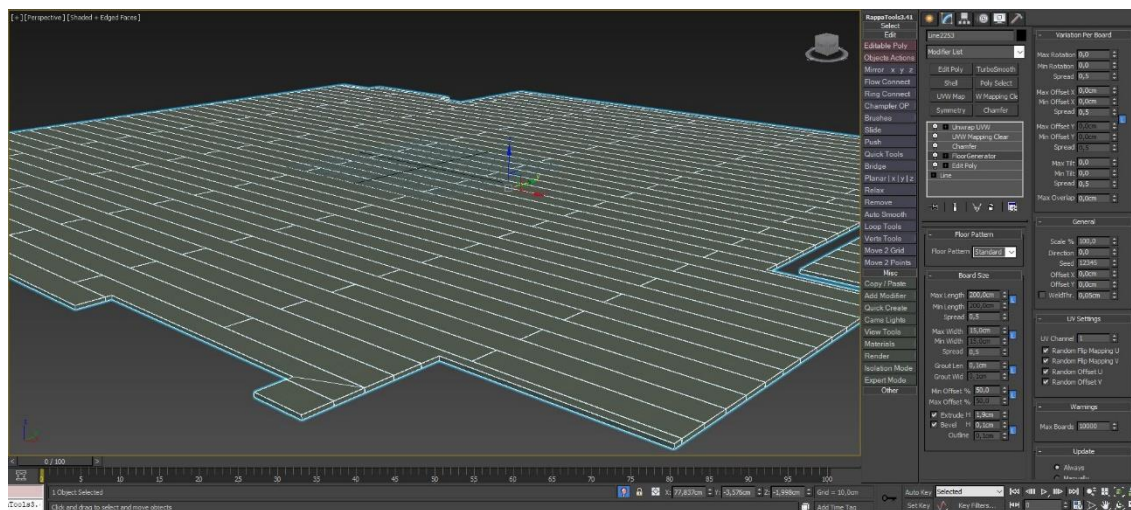
Rad prikazuje izradu profesionalnih modela korištenjem obje tehnike modeliranja. Tako su npr. stolci, stolovi i ostali objekti napravljeni pomoću poligona dok su neke stvari tipa čaše, paneli i slično rađeni pomoću krivulja koje se posebnim modifierima pretvaraju u cijele objekte. Modeliranje scene započeto je korištenjem obične editable kocke u izborniku sa standardnim objektima. Neki od mogućih standardnih objekata su Kocka, cilindar, stožac, običan poly surface i u CG svijetu dobro poznati Teapot ili čajnik. Taj čajnik predstavlja 3D model koji je postao standardni referentni objekt i nešto kao „interna sala“ unutar CG zajednice. Korištenjem te standardne kocke polako se vuku zidovi, stvaraju se mjesta i rupe za vrata i prozore te se samim time radi priprema za sve ostale stvari. Iako je vrlo slično pravom građenju kuće ipak je ovo dosta jednostavnije i brže i ponekad su potrebni ne svi nego samo oni detalji koji će se vidjeti na samom renderu.



Slika 18. Početak modeliranja zidova

Kod velikih scena dobije se potvrda kamera i modelira se sve što se nalazi u vidnom polju same kamere. Dalje se slaže krov, dodaje se pod itd. Takva gotova cjelina opet se grupira u posebni sloj kako bi scena ostala sto preglednija. Možda se na početku ne čini potrebnim ali nakon par milijuna poligona u sceni polako se nazire potreba za preglednim radom. Time se ili olakšava ili otežava daljnji posao. Sljedeći korak je dobiti željeni pod. Kod ovakvog je tipa modeliranje puno lakše koristiti dostupne besplatne priključke poput FLOOR GENERATOR-a koji je korišten za izradu poda. S par klikova dobije se određeni dizajn i uzorak poda, veličina daskica, razmak između njih, debljina, rubovi itd. Ovaj priključak ima mogućnost odabira 5 vrsta podova od kojih su standardni pod, herringbone, chevron koji je sličan herringboneu, basket weave i hexagon. U ovom slučaju korišten je standard preset i to daske dužine 2 m , širine 15 cm i posložene tako da se preklapaju na 50%. Od ostalih parametara ovdje je bitno staviti pod na 1.9 mm i bevel na 0.1. Tako da je ukupna visina poda tj dasaka 2 cm i da imaju malo zaobljen rub kao što je to u stvarnosti. Zbog kompleksnosti programa nije nužno stavljati i podešavati UV mapu poda jer ga program radi automatski pa tako štedi vrijeme i na tom aspektu modeliranja i teksturiranja. Zadnji parametar koji je stavljen na pod je Grout length i to na 1 mm. Grout length nam daje razmak između tih daskica po odabiru. Ovisno o potrebi to

može biti i 5 mm ili nekoliko centimetara. Na kraju na gotovo sve modele stavljen je modifier¹² Chamfer veličine otprilike 0.15 cm s 4 iteracije koji nam pomaže da dobijemo zakrivljene rubove.



Slika 19. Postavke Floor Generatora unutar 3ds Max-a



Slika 20. Izgled gotovog poda koristeći floor generator priključak za podove

Niti jedan objekt u stvarnosti nema savršeno oštre rubove pa je u smislu fotorealizma ta stvar dosta upečatljiva ako se ne koristi. Nakon izrade poda na red je došlo zatvaranje svih

¹² Modifier – način skulptiranja i uređivanja modela

moćućih rupa. To se odnosi na modeliranje prozora i vrata. Prozor i nacrt za vrata jasno su prikazani u nacrtu te vjerno modelirani sljedećić upute i mjere. Prozori su dosta visoki i problem kod njih je bio staviti dosta detalja kako bi sve to skupa došlo do izražaja. Tako su izmodelirani okviri od masivnog drveta ali isto tako i staklo te razdjelnici između 2 stakla i guma. Kod prozora i vratiju trebalo je napraviti odvajanje vertikalala i horizontalala zbog teksturiranja. Ako i kada se model dobro napravi, imajućić na umu kasnije teksturiranje i eventualne varijacije poput otvorenog prozora ili vratiju to uvelike olakšava posao kasnije. U slučaju projekta i stranice vratiju i prozor je modeliran tako da se na njega mogu lako aplicirati texture i postaviti prava orijentacija bez naknadnog razdvajanja modela.



Slika 21. 3D model prozora i vrata izmodeliranih za potrebe scene

Kako svjetlo ne bi propuštalo ispod podova, stropova ili iza vratiju korištene su kocke koje zatvaraju takve oblike. Ovo se radi najčešće s produženim zidovima ili obićnim poligon kockama koja se stavljaju iznad ili ispod same scene do samih rubova zida kako bi sprijećili propušćanje svjetla u eventualnim pukotinama ili kroz razmak između daskica. Paneli na zidovima rađeni su isto tako po nacrtu. Korištene su NURBS krivulje koje idu oko svih zidova a zatim određenim modifizierom pod nazivom sweep pretvoreni u jednu cjelinu a zatim

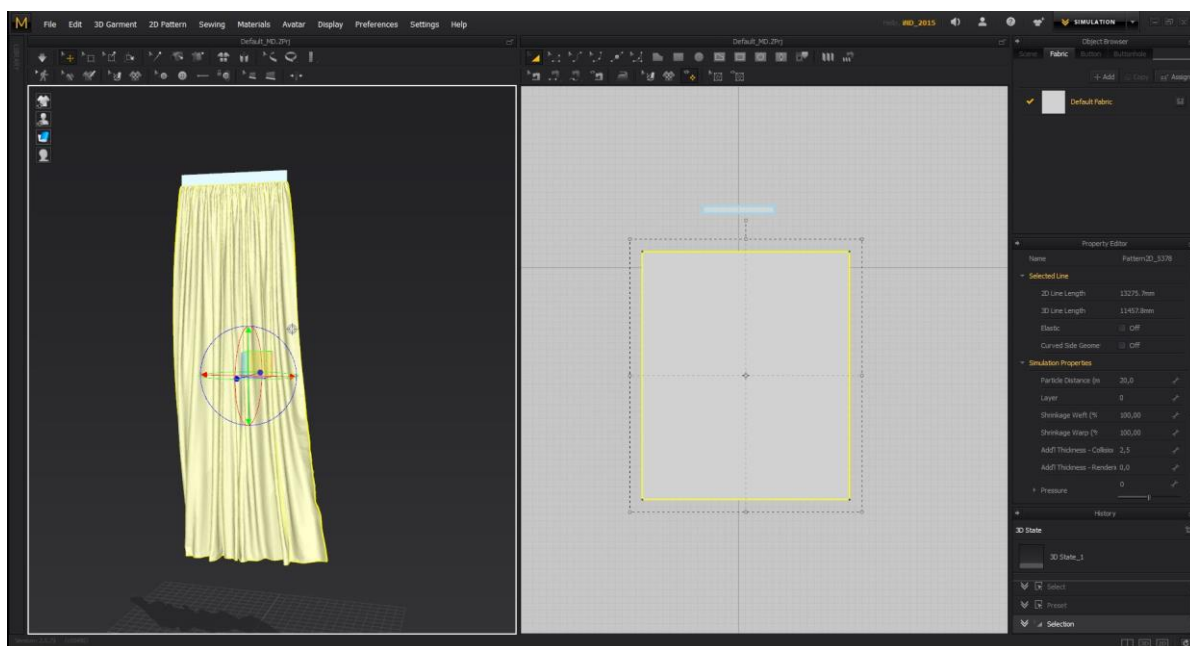
razdvojeni po orijentacijama kako bi se u slijedećem koraku mogli lakše teksturirati. Ostatak modela rađen je prema specifikacijama od proizvođača, koristeći ili autocad nacрте, pdf nacрте i reference ili pak obične slike koje su uz pravilnu mjeru pretvorene u 3D. Uključujući i ugradbene ormare koji su vjerno pretvori u 3D oblik koristeći alate za poligonalno modeliranje, nacrt i par standardnih smjernica poput razmaka između vratiju od 3 mm i sl.



Slika 22. Render i prikaz profesionalnih 3D modela korištenih u radu

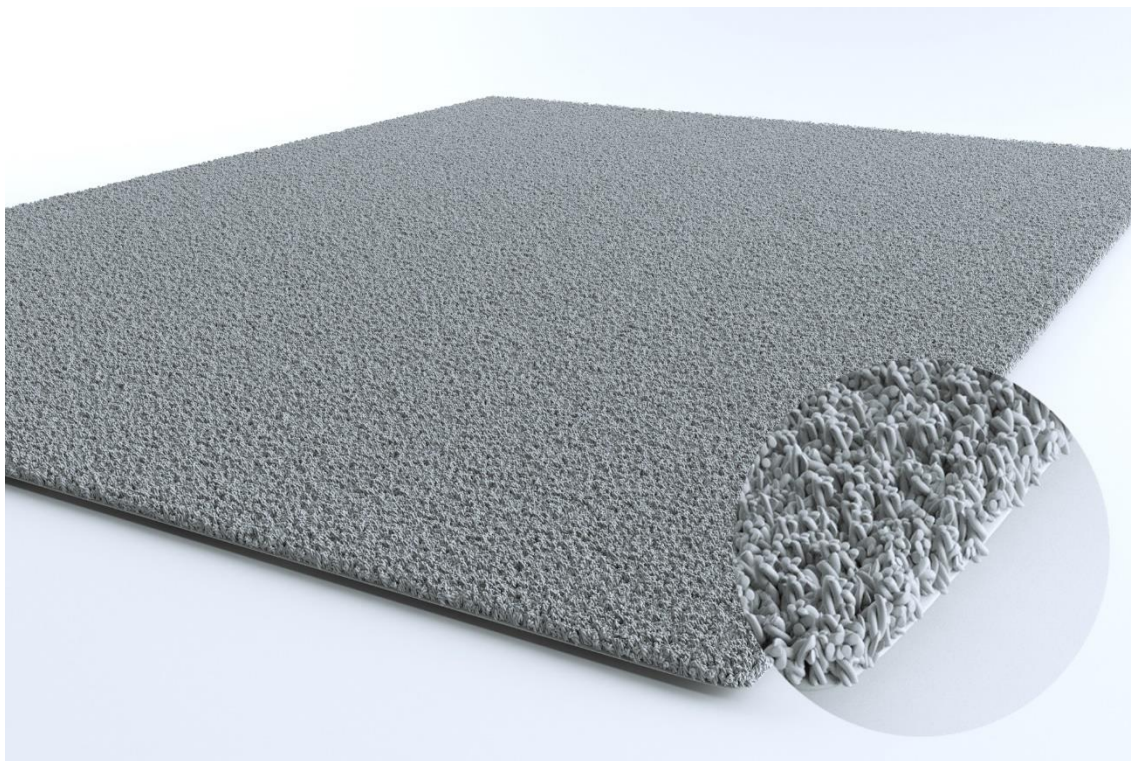
Što se raznih modela tiče oni su modelirani u zasebnim fajlovima i naknadno ubačeni u glavnu scenu. Time glavna scena ostaje čista, pregledna i bez dodatnih stvari koje bi mogle tu scenu dodatno usporiti. Od ostalih modela valja spomenuti zavjese koje su rađene u programu Marvelous Designer. Marvelous designer je standalone program koji nam omogućuje simuliranje i manipuliranje tkaninama. On se pretežito koristi kod dizajnera odjeće ali u slučaju ArchViz¹³-a koristi se kao dobar simulator tkanine. 3Ds Max isto tako ima ugrađen simulator odjeće no za neke stvari poput zavjesa, ručnika i ostalog puno je lakše, brže i bolje koristiti Marvelous Designer.

¹³ Arch Viz – Skraćenica za architectural visualization ili arhitekturnu vizualizaciju



Slika 23. Izgled izrade zavjesa unutar programa Marvelous designer

Tepih koji se koristi u sceni rađen je besplatnom verzijom priključka ForestPack Pro Lite. Forest pack je program za raspršivanje objekata unutar scene. S njime možemo stvoriti neviđena polja objekata, od drveća do zgrada, ljudi, kamenja, trave i još brdo toga. Priključak je jedan od naprednijih priključaka i koristi se u gotovo svim aspektima 3D modeliranja. Tepih je napravljen tako da se po određenoj poligon plohi rasprši niz manjih niti koji tvori „šumu“ tih istih objekata. Za vjeran prikaz potrebno nam je najmanje 2,3 objekta a to što ovaj priključak čini vrlo izuzetnim je način na koji se ta 2,3 objekta mogu randomizirati tj okretati, skalirati, pomicati, grupirati i slično.



Slika 24. Približeni primjer izrade tepiha pomoću priključka Forest pack lite



Slika 25. Prikaz scene bez tekstura sa osnovnim modelima

Kod modeliranja rasvjete izuzetno je bitno imati na umu kasniju upotrebu dodavanjem samog Corona svjetla. Važno je kao na ovom primjeru da svaki objekt bilo da je to metalni stalak ili pak plastična kugla u koju to svjetlo ide , da ima pravilnu debljinu. Kod svih vrsta žarulja u sceni korištene su poligon kugle na koje je stavljen shell ili debljina od 3 mm što simulira prave objekte u stvarnom životu. Isto tako modelirani su i unutarnji dijelovi žarulje koje se ne vide a koje nam daju osjećaj realizma kada svjetlo udari u taj objekt i prikaže njegovu sjenu na zidovima. Kod modeliranja u 3ds maxu i kod situacije kao što su u sceni gdje imamo više istih objekata koristimo jednu od 3 vrste kopiranja. Postoje instance, kopije i reference. Kod svih triju metoda originalni objekt je uvijek isti na razini geometrije ali razlikuje se način na koji modifiori utječu na njih. Kod običnih kopija stvara se klon objekta ali modificiranje jednog objekta ne utječe na drugi. Kod instanci stvara se klon objekta ali za razliku od kopije , modificiranjem jednog objekta mijenjaju se svi tj. Sve instance tog objekta. I treća metoda referenca. Dobiva se klon objekta koji zavisi o modifiorima to onog trenutka kada je klon stvoren. Tako na primjer ako imamo 3 modifiora na objektu i kopiramo ga više puta možemo bilo kojim mijenjati svojstva svih klonova, no dodavanjem novog modifiora gore na već postojeći mijenjaju se parametri samo jednog odabranog objekta. U praktičnom dijelu najviše su korištene instance objekata i to u svim slučajevima gdje je to potrebno. Na primjer rasvjeta na zidovima. Ne samo da ovakav način štedi resurse računala i olakšava rad nego je na kraju lakša manipulacija parametrima svjetala ili drugih objekata u slučaju da imamo više stotina ili tisuća istih objekata pa da se ne moraju mijenjati svaki posebno. Što nam na kraju daje brže rezultate i veću kontrolu nad scenom.



Slika 26. Prikaz razmještaja modela rasvjetnih tijela unutar scene

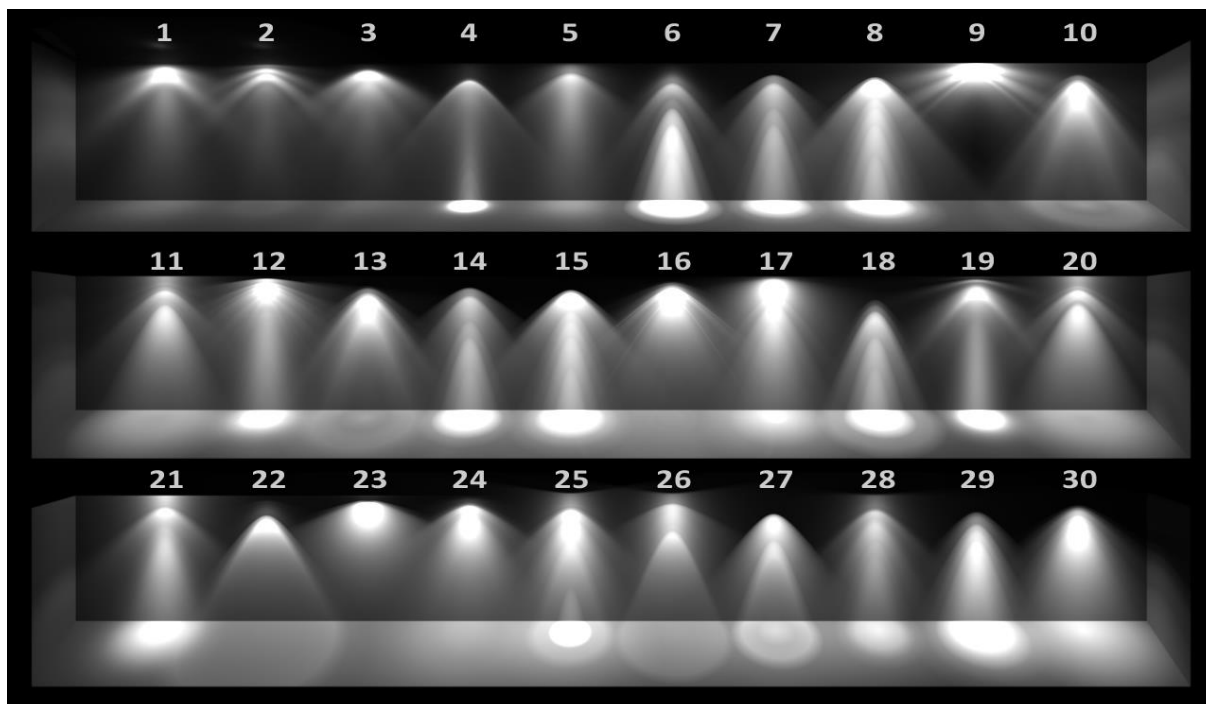
4.4 Osvjetljenje

Uz dobre modele najbitnija stvar kod ovakvih vizualizacija je samo osvjetljenje. Dobro svjetlo može spasiti loše modele ali isto tako ni vrhunski modeli ne pomažu ako je osvjetljenje poprilično loše. Tu se najviše gubi dojam fotorealizma.



Slika 27. Primjer lošeg osvjetljenja unutar scene

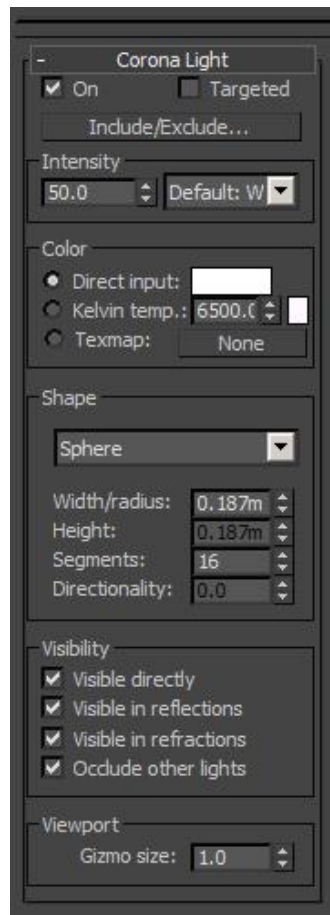
Nakon postavljanja scene, modeliranja svih potrebnih stvari koje ćemo u toj sceni koristiti preostaje nam podesiti svjetla. Odabir i vrsta svjetla isto su toliko važni koliko i generalno modeliranje. Čim su vjerniji modeli i parametri tim će render biti realističniji. U praktičnom radu korišten je niz rasvjeta. Koristila se obična rasvjeta za primjer te isto tako IES rasvjeta. IES svjetlo tj IES profili su profili koji se stavljaju u postojeće svjetlo unutar njegovih parametara te pomažu kod dobivanja fizickofotometrijske distribucije podataka ili lakše rečeno kod dobivanja realistične svjetlosne emisije.



Slika 28. Prikaz IES profila za fotometrička svjetla

(<https://support.solidangle.com/display/A5AF3DSUG/Photometric+Light>)

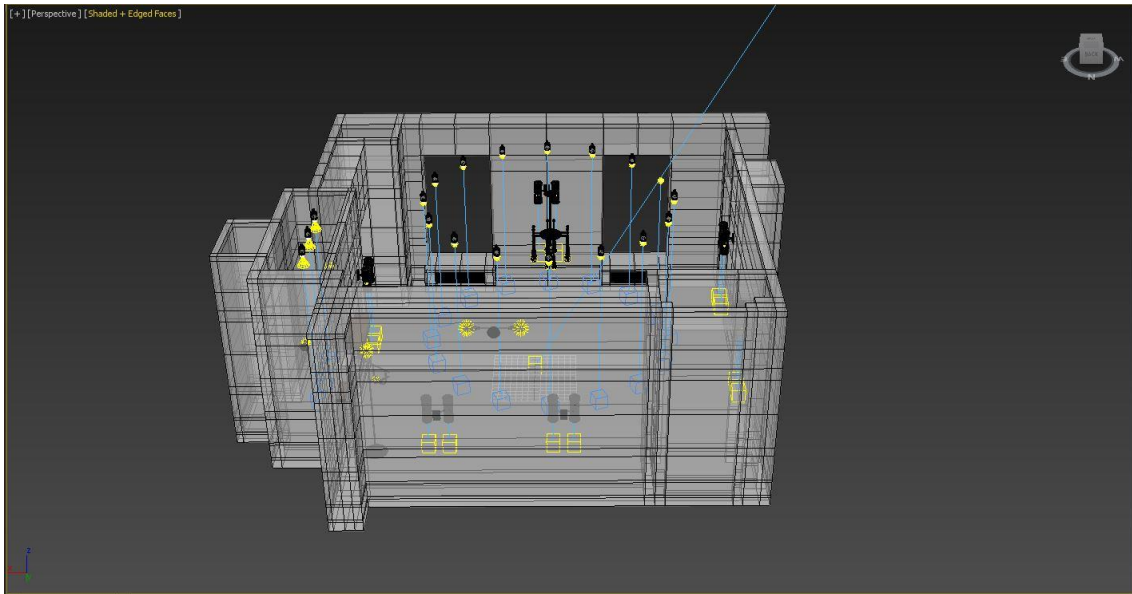
Kao primarna rasvjeta koristi se Corona Sun and sky te glavna lampa u sredini stropa. Dok se kao pomoćna rasvjeta koriste ugradbene led lampe, zidne lampe te isto tako stojeće lampe. U slučaju nedovoljnog svjetla može se iskoristiti takozvana ambijentalna rasvjeta kojoj je zadaća osvijetliti teško dostupna mjesta. Kod manipulacije parametrima za svjetla najčešće se koristi light lister. Light lister je program unutar 3ds maxa koji nam izlistava sva raspoloživa svjetla u sceni tako da prikazuje njihovo ime, jačinu, nijansu svjetla itd. Light lister postaje izuzetno koristan kod većeg broja rasvjetnih svjetala u sceni pružajući nam lakše snalaženje kroz masu različitih svjetlosnih objekata. Svjetla možemo podesiti na 3 načina a to su direktnim unosom nijanse boje, temperaturom u kelvinima ili tekstualnom mapom.



Slika 29. Prikaz izbornika za manipuliranje postavkama corona svjetlom

(<http://www.visual-dynamics-dev.com/corona-renderer/corona-for-3ds-max.html>)

Isto tako postoje opcije za vidljivost samog svjetla, jačinu tj intenzitet i vrstu oblika svjetla. Na primjeru praktičnog rada kod svjetla za zidne lampe korištena su corona svjetla okruglog oblika s intenzitetom od 10-50 i temperaturom u kelvinima od 5500. Za sunce korišten je običan corona sun. Kod njega isto tako postoje parametri za podešavanje a oni najbitniji su sam intenzitet sunca, njegova veličina i naravno njegova pozicija. Corona sun može raditi s Corona environmentom ili zasebno kao rasvjetno tijelo. U praktičnom radu korišteno je Corona sunce i Coronino okruženje koji je praktični prije podešeno realno osvjetljenje koje se može samo primijeniti na scenu.



Slika 30. Prikaz razmještaja corona light i corona sun svjetala unutar scene

Drugi način za dobivanje realnog osvjetljenja i okruženja je korištenje HDRI¹⁴ mapa. HDRI je tehnika koja se koristi u fotografiji kako bi se dobio širok raspon luminacije nego je to moguće sa standardnim fotografiranjem ili fotografskim tehnikama. Cilj ovih mapa je reproducirati svjetlo na isti način kako ga ljudsko oko interpretira. Kod vizualizacija ovakve se mape koriste kako bi se dobilo realno osvjetljenje u sceni zavisno o HDRI mapi koju stavimo. Pa tako možemo dobiti izuzetno sunčano vrijeme, oblačno vrijeme, kišovito itd.. HDRI mape koriste se i kod eksterijera i kod interijera zbog fotorealističnog izgleda osvjetljenja. Isto tako uz malo vježbanja može se stvoriti i osobna HDRI mapa određenog područja tako da vizualizacija bude još vjernija. Vjerojatno najbolje HDRI mape što se tiče Arch Viz svijeta radi Peter Guthrie i mogu se besplatno koristiti i u komercijalne svrhe.

¹⁴ HDRI – engl. High Dynamic Range Imaging – Fotografija sa širokim rasponom luminacije



Slika 31. Prikaz 3d scene i raznih osvjetljenja koristeći razne HDRI mape

(<http://www.peterguthrie.net/blog/2012/09/45-skies-3docean-update>)

4.5 Teksture i materijali

U praktičnom radu prikazano je dosta tekstura i materijala. Glavnina ovih materijala dolazi s besplatnom Corona licencom i slobodno se upotrebljavaju u komercijalne svrhe. Svaki ovaj profesionalno izrađeni model treba neku teksturu ili materijal kako bi on postao fotorealan. Kao što je i već dosta puta napomenuto svaki korak kod dobivanja fotorealnosti je bitan. Isto kao što svjetlo može imati negativne posljedice na krajnji ishod tako i loša tekstura može odvući od fotorealnosti odnosno dobra tekstura može to još poboljšati. I kod materijala uvijek je važno nazvati svaki materijal zasebnim imenom. Tako se kasnije lakše snaći u samom izborniku za manipuliranje materijalima. Kod izrade materijala za drvo potrebno nam je par osnovnih mapa i parametara od kojih su najvažniji sama tekstura ili difuzna mapa, zatim reflektivna mapa koja nam po nekom uzorku određuje kako će taj materijal odbijati svjetlo pa

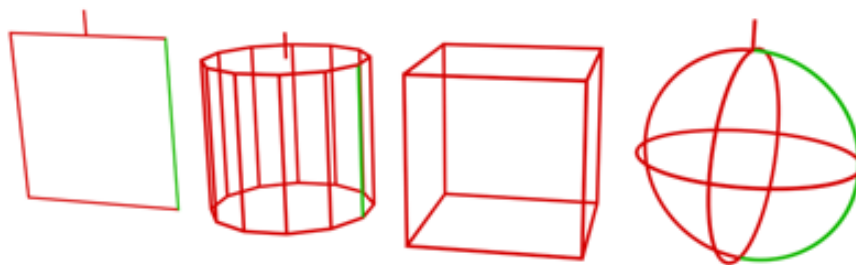
bump ili displacement mapa koja nam daje udubljenja odnosno uzvišenja kod materijala. U ovom slučaju ta udubljenja su recimo pore drveta.



Slika 32. Prikaz kvalitetnog materijala za drvo i odjeću na profesionalnom modelu.

Ovo su samo neke od mapa koje čine jedan materijal a takvih ima mnogo. Tih materijala i mapa može biti bezbroj, ovisno o tome koliko je jako računalo. Te mape se mogu stapati, kombinirati, preklapati itd.. Gotovo da ne postoji materijal koji se u računalnom svijetu ne može replicirati. Bilo da je to skeniranjem samih materijala ili izradom istih pomoću fotografije. Nakon izrade tog materijala izuzetno je bitno na 3D model staviti UVW¹⁵ map modifier ili Unwrap UVW modifier. Ta 2 modifiera omogućuju nam tj govore kako će ta tekstura ili materijal biti podijeljen tj razvučen po toj plohi. Nekad je izuzetno lako dobiti UVW mapu poput obične kocke, cilindra ili nečeg sličnog dok je u drugim slučajevima to dosta teško i zahtjeva dosta vremena i znanja. Kod UVW map modifiera imamo par vrsti postavljanja same orijentacije tekstura a to su recimo planar ili obična projekcija, cilindrična projekcija, kockasta projekcija i sferična projekcija. Postoje i druge ali ovih 4 se koriste najviše.

¹⁵ UVW mapa – matematička tehnika za mapiranje koordinata na 3D model



Slika 33. Vrste UVW projekcija : planar, cylindrical, box i sphere

(<https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-78327298-4741-470C-848D-4C3618B18FCA-htm.html>)

Većina se modela u praktičnom radu, nakon dobrog i pametnog modeliranja što znači odvajanje stranica koje će se teksturirati mapirala s Box ili Kockastom projekcijom. No ne pašu svaki puta sve UVW mape na svaki model pa je u tom slučaju potrebno koristiti Unwrap UVW modifier kojim može izrezati stranice i rastvoriti ih kao što bih to napravili recimo s papirnatom kockom. Dobro UVW postavljanje na kraju znači i veću fotorealnost i prirodnost oku. Nakon jednog materijala potrebno je to ponoviti više puta i s raznim modelima i raznim materijalima. Ono što je bitno je da te teksture budu u čim većoj kvaliteti i rezoluciji i ako se slažu vlastoručno potrebno je teksturu napraviti tako da bude seamless tj da se ona može staviti jedna pored druge u bilo kojem smjeru i da se na njoj ne vidi šav. Koliko god da je mi nakon toga puta kopiramo ona će uvijek zadržati isti uzorak ali tako da se ne vidi da je to ista slika. Kod većine modela stavljena je profesionalna tekstura drva oraha. Na prozore je stavljen proziran materijal koji simulira staklo dok je na zidove stavljen bijeli stucco materijali. Kada teksturiramo pod koji je napravljen pomoću floor generatora potrebno je napraviti malu pripremu. Naime floor generator već automatski odvoji svaku dasku ili pločicu koju napravimo tako da stavi box UVW projekciju na njega i randomizira brojeve materijala. U praktičnom radu priprema za pod radila se u obliku ručnog izrezivanja putem programa Photoshop točnih dimenzija jedne daskice. Čim je više varijacija daskica tim su rezultati sve bolji i realniji. U primjeru praktičnog rada koristilo se 8 mapa koje su se zatim stavile u Multi Texture Map plugin tj materijal i zatim u njemu posložilo da svaka ta mapa dobije jedan broj od 1-8. Nakon namještanja mapa i ostalih manjih parametara poput svjetlosti i kontrasta ovakav materijal apliciran je na pod koji je zatim razmjestio tih 8 mapa na različite pozicije a isto tako i okrenuo mape i rotirao kako

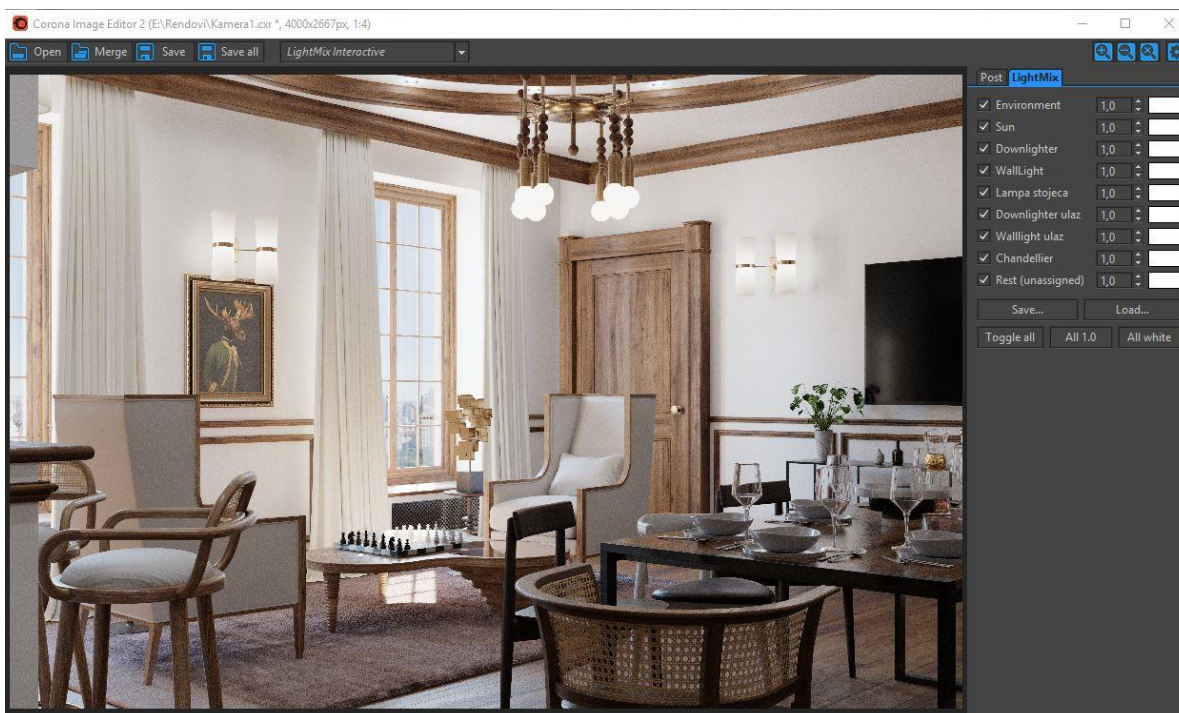
bih dobili 100 varijacija s tih 8 i rezultat je na kraju fotorealističan pod na kojem je svaka daskica drugačija.



Slika 34. Primjer mapa za floor generator pod

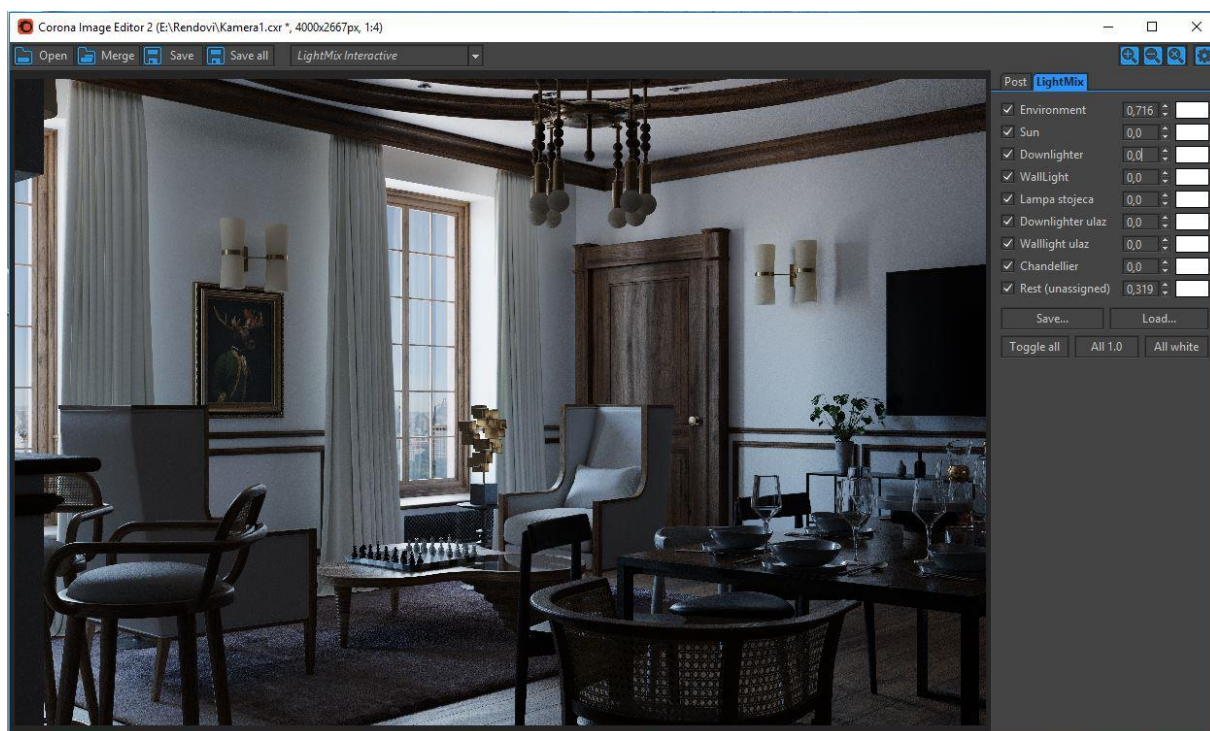
4.6 Renderiranje i post obrada u Photoshop-u

Na kraju ovog procesa dolazi red na renderiranje i postobradu u Photoshopu ili srodnom programu. Za potrebe ovog rada korištene su zadane postavke kod Corona rendera i Photoshop CC program. Dobra stvar kod ovog render enginea je da nije potrebno dodatno znanje kako bi podesili sam program za renderiranje iako on sadrži mnoštvo mogućnosti koje itekako pridonose boljim renderima. Kod običnih postavki korišteni su rezolucija, aspekt slike, Denoise opcija koja uklanja neželjene mrlje i takozvani šum na renderu. Sve ostalo ostavljeno je na zadanim postavkama. Corona može renderirati neodređeno dugo a može se i ograničiti brojem prijelaza. Kod običnih probnih rendera taj broj dovoljno je ograničiti na 100 a za finalne rendere sasvim je dosta koristiti 150-200 prijelaza kako bi dobili kristalno čiste rendere.



Slika 35. Izgled lightmix render elementa

Za potrebe scene stavljeno je 200 passova i renderirano na profesionalnoj render farmi od oko petnaestak minuta po renderu. Dobra stvar kod render opcija je korištenje takozvanih render elemenata poput CESSENTIAL_Reflect koji nam daje samo render refleksija u sceni. Zatim CESSENTIAL_ Refract koji radi to isto samo sa refrakcijama ili lomljenjem svjetla. Korišten je isto ZDEPTH element. ZDEPTH element nam daje udaljenost svakog piksela u odnosu na kameru. Pomoću njega u photoshopu možemo dobiti izuzetno dobre rezultate što se tiče perspektive. I na kraju tu su još WireColor element koji nam odvaja svaki određeni materijal ili objekt u drugu boju kako bi ga kasnije lakše selektirali u programu za post obradu. Isto princip kao i maske u photoshopu. I zadnji ali vjerojatno i najvrjedniji je Interactive LightMix. Pomoću njega se naknadno mogu postavljati parametri svih svjetla, sunca, okoline itd. Mora se napomenuti da je izuzetno zahtjevan za CPU pa se događa da renderiranje od par sati može potrajati danima. Omogućuje nam potpunu kontrolu i igru sa svjetlom. Možemo dan pretvoriti u noć ili pak u ugodan zalazak sunca s intimnom igrom svjetla unutra.



Slika 36. Izgled lightmix render elementa sa ugašenim svjetlima naknadno

Kod završne obrade u photoshopu najčešće se koriste standardni alati za obradu fotografije a to su Brightness, Hue, Saturation, Curves itd. Iako se sve više i češće koristi Camera Raw Filter unutar samog photoshopa s kojim na brzi na pregledan način dolazimo do dobrih rezultata. Što se tiče same obrade rendera u photoshopu njih možemo izvesti na 100 načina i najčešće se to radi preko osjećaja i isprobavanja. Korištenjem već spomenutih render elemenata možemo doprinijeti realizmu ali isto tako i naštetiti mu u slučaju da se elementi ne iskoriste kako bi trebali. Kod obrade ovih fotografija korišteni su Reflect i Refract elementi ubačeni u posebne slojeve i zatim na njih stavljen određeni blend ili mješavina efekata. Kod Reflection sloja dodan je blend Linear dodge (add) koji pojačava efekt refleksije u sceni dok je isti korišten i kod Refraction sloja. Refraction sloj je najbolji način da se namjesti staklo u unutarnjim renderima. Naravno mogu se koristiti i drugi blend slojevi. Sve zavisi o potrebama i završnom ishodu rendera. Sljedeći važan korak je namjestiti ZDEPTH sloj. S njime dobivamo dubinu koja se namješta koristeći isto jedan od odgovarajućih slojeva. U slučaju pogreške postoji Wirecolor element pomoću kojeg su dobivene maske koje u photoshopu možemo iskoristiti za precizne selekcije i zatim popravak ili micanje neželjenih stvari. Koliko god photoshopa koristili ovisi o svakom pojedincu. Neki su bolji u photoshopu pa većinu posla odrade naknadno dok se neki oslanjaju samo na 3D uz malo ili uopće bez korištenja post

obrade. Bilo kako bilo photoshop je jaki alat uz kojeg možemo rendere dovesti do granice savršenstva ili samo popraviti ono što bi nam inače oduzelo sate vremena kad bi ponovo stavljali renderirat.

4.7 Finalni izgled rendera:



Slika 37. Finalni izgled Kamera 1



Slika 38. Finalni izgled Kamera 2



Slika 39. Finalni izgled Kamera 3



Slika 40. Finalni izgled Kamera 4

5. UPOTREBA 3D MODELA I VIZUALIZACIJA OVISNO O PRIMJENI

- Video
- Online 360 šetnje
- Arhitekturne scene
- Medicina
- Kartografija

Ovisno o primjeni 3D modele i vizualizacije možemo u današnje doba iskoristiti za velik broj stvari. Od statičnih rendera za potrebe arhitekata do zahtjevnijih animacija i simulacija pa sve do 3D šetnji i filmskih efekata. CGI ili kompjuterski generirana slika je aplikacija kompjuterske grafike u svrhu stvaranja ili doprinošenja slikama u umjetnosti, printanim medijima, video igrama, filmovima, tv programima, simulatorima itd.

5.1 Upotreba 3D modela i vizualizacija za Video

Najčešća upotreba 3D modela kod videa je ona za filmsku industriju. Isto tako osim filmske industrije puno se rade jednostavne i složene animacije, ubacivanje modela u neki prostor u after effectsu, stvaranje specijalnih efekata i brdo drugih opcija. [13]

5.2 Upotreba 3D modela i vizualizacija za online 3D šetnje

Popularni trend u zadnje vrijeme barem u svijetu arhitektonskih vizualizacija svakako je virtualna 3D šetnja. Virtualnom 3D šetnjom korisnik dobiva veći dojam i percepciju prostora nego bi to bio slučaj sa statičnom renderiranom slikom. Isto tako postoji više vrsta interaktivnih 3D šetnji od kojih su najbolje šetnje kroz niz slika renderiranih s kutom od 360 stupnjeva kroz koju imate dojam da ste u stvarnom prostoru i kako pomičete kursor ili mobitel tako možete vidjeti svih 360 stupnjeva oko kamere. Da bi dobili dojam 3D šetnje one se najčešće sastoje od više tih statičnih rendera povezanih s točkicama ili bilo kojim drugim načinom interaktivnosti uz koje zatim imamo potpunu kontrolu nad time što gledamo i gdje želimo gledati ili iz kojeg kuta. Takve 3D slike dobivaju se na isti način kao što se modelira i bilo koja statična slika tj

render. Samo je razlika u vrsti kamere koju trebamo podesiti a to je najčešće opcija Spherical u većini programa.



Slika 41. Renderirana panorama korištena kod 3D virtualnih šetnji

Kada se render dovrši dobijemo veliku izobličenu sliku koju zatim možemo pregledati ili ubaciti u bilo koji program za izradu 3D šetnji. Isto tako 360 sliku možemo dobiti i od obične kamere ali moramo uzeti u obzir da izrenderiramo barem 6 kuteva sa svih strana kako bi zatim u programu poput PTGui mogli spojiti tih 6 kuteva u jednu veliku panoramu. Sve što preostaje je ubaciti u program poput Panotour i začas dobijete interaktivnu 3D šetnju za svoje potrebe.

Druga vrsta 3D šetnji je svakako ona koja je u zadnje vrijeme sve popularnija i popularnija a to je virtualna šetnja napravljena u Unreal Engineu. Ovakav način prezentacije svojih 3D modela i vizualizacija svakako je pronašao svoju publiku i jača sve više iz dana u dan. Jedina mu je mana još uvijek realističnost koja nije na velikoj razini ali se nedvojbeno razvija svakog dana te za koju godinu dvije možemo očekivati fotorealistične rezultate. U ovoj vrsti vizualizacija korisnik zauzima ulogu Igrača koji se slobodno kreće prostorom po vlastitoj volji. Na primjer pomoću tipkovnice se kreće a mišom gleda okolo. Isto kao i u igrama. Prava kočnica kog ovakvog načina prikaza još je uvijek računalna snaga koja iako je u današnje vrijeme izuzetna još uvijek nedovoljna da i za manje potrebe renderira live animacije kao što bi to bili pravi fotorealistični renderi. Ako samo pogledamo da za neke zahtjevnije rendove trebaju sati i sati renderiranja onda je ovo sasvim jasno. Isto se tako modeli trebaju optimizirati

prije ubacivanja u spomenuti program što je još jedna stvar koju će nadamo se u budućnosti riješiti jača računalna snaga koja se razvija iz godine u godinu.



Slika 42. Slika vizualizacije izrađene u Unreal Engine 4

(<https://forums.unrealengine.com/development-discussion/architectural-and-design-visualization/54289-unreal-engine-4-archviz-copenhagen-apartment>)

Treća vrsta virtualnih šetnji je ona pomoću animiranja kamere. Princip je isti kao i kod statičnih renderiranja samo što u ovom slučaju možemo dobiti kameru koja se kreće kroz zadani prostor uz visoku razinu fotorealističnosti. Ovakva vrsta 3D šetnji traje najduže kod renderiranja čisto iz razloga da za jednu sličicu trebamo od par minuta do par sati u ovisnosti o kompleksnosti scene i broju poligona u istoj. Ako za jednu sekundu videa trebamo najmanje 30 takvih still renderera onda možete i sami izračunati vrijeme potrebno za dobivanje jedne animacije. [13]

5.3 Upotreba 3D modela i vizualizacija za arhitekturne scene

Moderna arhitektura koristi usluge profesionalnih 3D studia za izradu svojih vizualizacija i 3D modela za sebe i za svoje klijente. Razlog zašto su arhitekturne vizualizacije postale toliko razvijene je skriveno u njezinoj fotorealističnosti. Naime renderirane slike ponekad izgledaju realnije od stvarnih te su točnije od tradicionalnih crteža. Osim za vizualizacije modeli i scene kod arhitekture koriste se za razne simulacije i utjecaje raznih prirodnih i neprirodnih pojava na objekte u strogo kontroliranim uvjetima. Razvojem računala za sobom je donijelo pregršt studija koja je primarna zadaća samo izrada 3D modela i scena za potrebe drugih. Arhitekturno modeliranje omogućava nama i arhitektu vizualizaciju objekta i hodanje kroz njega u interaktivnom smislu. Tako dobiju se Interaktivna okruženja koja mogu biti jednostavna poput kuće ili složena poput kompleksa zgrada. Ne samo da se kroz arhitekturne vizualizacije i simulacije može provjeriti i testirati specifikacije i struktura već se mogu poigrati i svjetlom i dobiti visoko realne rezultate svjetla poput sunca bačene na neki objekt kroz specifične materijale i zatim proučavanje njihovog ponašanja. Iako postoji niz online baziranih programa za izradu 3D vizualizacija još se niti jedan ne može mjeriti s profesionalnim alatima za 3D modeliranje i vizualizaciju.[1]



Slika 43. Primjer eksterne arhitekturne vizualizacije objekta u 3D-s Maxu

5.4 Upotreba 3D modela i vizualizacija za medicinu

3D tehnologija u službi suvremene medicine donijela je poboljšanja u načinu liječenja pacijenata. Odnosno u načinu liječenja s obzirom na tradicionalne metode. Najveći procvat ove industrije u medicini zabilježen je u kirurgiji i ortopediji što je i za očekivati. Osobito se naglasak daje na pristup tretiranju lomova kostiju. U anatomiji pacijenata postoje određena odstupanja koja se odnose na građu tijela pa možemo reći da ne postoje dva ista prijeloma te se svakom od njih mora pristupiti na jedinstveni način. Takav način omogućava 3D vizualizacija i 3D tehnologija. Tako se kod pričvršćivanja spojnica na slomljene kosti ne mogu predvidjeti sve opisane razlike stoga je 3d vizualizacija i testiranje idealni za svaku nastalu traumu posebno po mjeri pacijenata. Na temelju podataka iz CT skeniranja dobiva se 3D model kosti na kojem se zatim projektira medicinska pločica i na kraju se tehnikom 3D printanja dobiva personalizirana i kompatibilna pločica.

Što se ostalih područja medicine tiče valja spomenuti 3D modeli zuba i zubnih proteza koji se izrađuju na isti način kao i kost. Koristi se CAD Cam kako bi se snimilo područje te se te snimke pretvaraju u 3D model i zatim šalju u 3D printer na ispis. Tako se mogu dobiti ili odljevi ili gotove proteze. Kod ortopedije se posebno ističe tehnika 3D skeniranja kojom dobivamo precizne rezultate kod izrade odljeva i kalupa. Ovom se tehnikom izbjegava dugotrajno mjerenje koje nije točno, radijacija kod strojeva za MR itd... U medicini se 3D modeliranje, animacija i vizualizacije koriste i kod virtualnih simulacija unutar i izvan ljudskog tijela te brojnih drugih stvari koje se tek razvijaju.



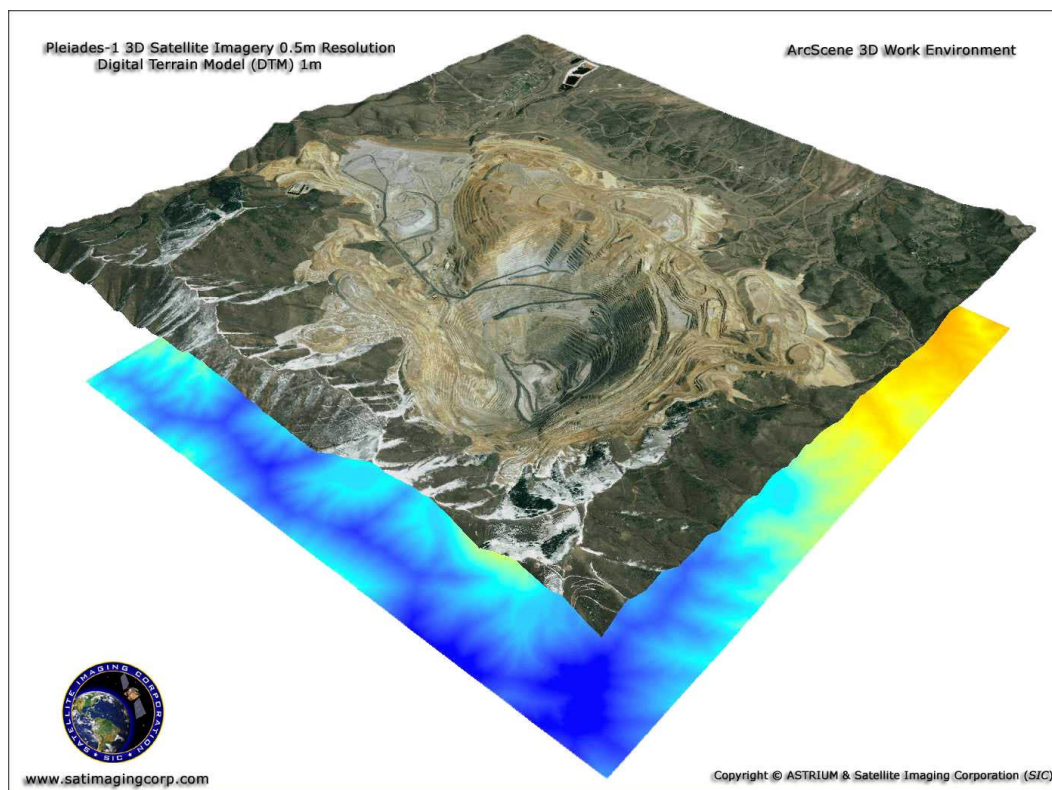
Slika 44. 3D printana proteza

(<http://www.3ders.org/articles/20151202-ynyq-launches-collection-of-3d-printed-prosthetic-upper-limb-covers.html>)

5.5 Upotreba 3D modela i vizualizacija u kartografiji

Kartografija je od najranijeg doba postojala kao potreba za prikupljanjem i prikazivanjem prostora koji je oko nas. Bilo da su to karte i planovi ili neki drugi 3D prikazi poput globusa. Razvitkom 3D tehnologije dolazi do velikog napretka u vizualizacijama prostora i karata. Kako se vrijeme mijenja tako stari i klasični prikazi podataka više ne zadovoljavaju veliku većinu korisnika u bilo kojem području rada. 3D vizualizacija postala je nezamjenjiva u nizu prostornih planiranja, gospodarenju gradovima, upravljanju itd. Pošto su karte dvodimenzionalne i kako se svijet sve više razvija i napreduje dolazi do potrebe treće dimenzije. Kako se zgrade sve više dižu u zrak ili ispod razine tla tako je potreba za 3D vizualizacijama i 3D kartama te simulacijama u porastu. Za prikupljanje velikog broja informacija sve se više koriste nove tehnologije poput LiDAR-a i fotogrametrijskog

bespilotnog snimanja letjelicama. Razvoj računalne snage omogućio je prikupljanje prostornih informacija o 3D modelima puno dostupnijim nego je to bilo prije.



Slika 45. GIS Map integrirana s Pleiades 3D ArcScene (0.5m)

<https://www.satimagingcorp.com/services/geographic-information-systems/gis-maps-environmental-monitoring/>

6. ZAKLJUČAK

Na kraju rada može se zaključiti da je izrada ovakvih 3D modela i vizualizacija izuzetno kompliciran proces i da treba vremena kako bi se on savladao. Isto tako u obzir dolaze i ograničenja računala koja su u današnje doba vrlo pristupačna ali ona jača još uvijek cijenovno nedostižna i ponekad su ta ograničenja računala vidljiva na završnom rezultatu. U današnje doba 3D vizualizacije objekata koriste se skoro posvuda i razvojem boljih računala, 3D printera i ostalih naprava koristit će se sve više i više. Može se reći da je pred ovom granom svjetla budućnost. Danas je doslovno nezamislivo razvijati neki produkt, planirati zgradu ili nešto treće bez 3D modeliranja i vizualizacije istih. Velika prednost 3D modeliranja je u raznovrsnosti programa. Postoje programi koji su napredniji i koji su namijenjeni određenom aspektu posla i profesionalcima dok postoje i programi koji su namijenjeni djeci poput Tinkercad-a koji može manipulirati raznim objektima kako bi se dobio željeni rezultat no kod ovakvog programa postoji dosta restrikcija što se i kako može napraviti. Razvojem tih programa u budućnosti doći će do toga da će svatko moći na izuzetno lak način izraditi svoju vizualizaciju. Bilo da je to kuća, produkt ili nešto treće. Internet svakim danom raste sve više i više i broj gotovih materijala, 3D modela i alata se povećava pa tako uz vrlo malo znanje uz dobar alat možete dobiti vrlo dobar rezultat. Isto tako upotreba ovakvih modela i vizualizacija i animacija u filmskoj industriji sve više raste i danas gotovo da nema nekog novog filma koji ne koristi barem neke od specijalnih efekata izrađenih na ovaj način. Isto tako nizozemski div Ikea potpuno se okrenuo 3D vizualizaciji za marketing a gledajući njihove kataloge nikad ne bi zaključili da su to sve renderirane slike. Jedno je sigurno a to je da 3D neće vrlo brzo pasti u zaborav i da je postao neizostavan dio društva s obzirom na njegovu široku primjenu bilo to u medicini, arhitektonskim vizualizacijama, filmu, igrima itd..

7. LITERATURA

1. *** https://en.wikipedia.org/wiki/Uncanny_valley
2. *** <https://machina.hr/primjena-3d-modeliranja/>
3. Andrew Gahan, (2011), 3ds Max Modeling for Games: Insider's Guide to Game Character, Vehicle, and Environment Modeling: Volume I
4. Brian L. Smith, (2011), 3ds Max Design Architectural Visualization: For Intermediate Users
5. Andrija Bernik, (2010) Stručni rad: Vrste i tehnike 3D modeliranja; Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska, dostupno na : <https://hrcak.srce.hr/85897>
6. Asokan S., 3D Modeling A to Z – from concepts to techniques, dostupno na: https://www.streetdirectory.com/travel_guide/125750/computers/3d_modeling_a_to_z__what_is_it_how_it_is_done_different_techniques_involved.html
7. Bentley C., Rendering Cubic Bezier Patches, dostupno na: https://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/surface/bez_surf.html
8. Altmann M., About NURBS, dostupno na: <https://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/nurbs.html>
9. Keller E., Polygon & Subdivision Surface Modeling in Maya: The Mouse Embryo, dostupno na: <http://fliphtml5.com/jjlg/euzk/basic>
10. *** <https://machina.hr/4-najpopularnija-programa-za-3d-modeliranje/>
11. Dariush Derakhshani, (2015), Autodesk 3ds Max 2016 Essentials
12. Samir Lemeš, (2016), 3D vizualizacija : <http://www.am.unze.ba/kopp/2017L/11.pdf>
13. *** <http://www.steves-digicams.com/knowledge-center/how-tos/video-software/5-uses-of-photorealistic-rendering.html#b>
14. *** <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files.html>
15. Ciro sanino, (2013), Photography & Rendering with V-Ray
16. Matt Chandler, (2014), 3ds Max Projects: A Detailed Guide to Modeling, Texturing, Rigging, Animation and Lighting
17. Jamie Cardoso, (2016), 3D Photorealistic Rendering: Interiors & Exteriors with V-Ray and 3ds Max
18. Tom Shannon, (2017), Unreal Engine 4 for Design Visualization: Developing Stunning Interactive Visualizations, Animations, and Renderings
19. Todd Daniele, (2008), Poly-Modeling with 3ds Max: Thinking Outside of the Box
20. Kelly Murdock, (2016), Kelly L. Murdock's Autodesk 3ds Max 2017 Complete Reference Guide

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

2D - dvodimenzionalan

3D - trodimenzionalan

CGI - računalno generirana grafika (engl. computer generated imagery)

CG - računalna grafika (engl. computer graphics)

VR - virtualna stvarnost (engl. virtual reality)

VFX- vizualni efekti (engl. visual effects)

NURBS - vrsta matematičkih krivulja koje se koriste u računalnoj grafici za generiranje i prikazivanje površina (engl. non-uniform rational basis spline)

ARCH VIZ – Architectural Visualization ili arhitekturne vizualizacije. Još se koristi kao naziv za 3d umjetnike koji se bave izradom takvih vizualizacija

8. POPIS SLIKA

Slika 1. Uncanny Valley primjer na novom Rogue One filmu gdje je u 3D-u oživljen jedan od omiljenih glumaca.....	9
Slika 2. Prikaz razlike između 2D i 3D.....	10
Slika 3. Prikaz ikonskog i najpoznatijeg objekta u 3Ds Maxu	11
Slika 4. Primjer arhitektonske vizualizacije interijera	12
Slika 5. Model aorte skeniran, izmodeliran i spreman za 3D print.....	13
Slika 6. Primjer CGI u poznatom Deadpool filmu	14
Slika 7. Primjer 3D modela za video igre sa malim brojem poligona	14
Slika 8. 3D vizualizacija produkata	15
Slika 9. Primjer profesionalnog 3D workstation računala	19
Slika 10. Profesionalni nacrt u Autocadu prije obrade	22
Slika 11. Profesionalni nacrt u Autocadu nakon obrade.....	22
Slika 12. Izgled posloženih slojeva.....	23
Slika 13. Proces čišćenja autocad nacrt koristeći slojeve i Isolate naredbu.....	24
Slika 14. Prikaz postavki mjerila unutar programa 3Ds Max	26
Slika 15. Prikaz projektne mape s prikladnim imenima za lakše snalaženje.....	27
Slika 16. Prikaz Izbornika za manipuliranje slojevima te postavljene nacrti unutar programa 3Ds Max.....	28
Slika 17. NURBS i poligonalno modeliranje.....	29
Slika 18. Početak modeliranja zidova.....	30
Slika 19. Postavke Floor Generatora unutar 3ds Max-a	31
Slika 20. Izgled gotovog poda koristeći floor generator priključak za podove	31
Slika 21. 3D model prozora i vrata izmodeliranih za potrebe scene	32
Slika 22. Render i prikaz profesionalnih 3D modela korištenih u radu.....	33
Slika 23. Izgled izrade zavjesa unutar programa Marvelous designer.....	34
Slika 24. Približeni primjer izrade tepiha pomoću priključka Forest pack lite.....	35
Slika 25. Prikaz scene bez tekstura sa osnovnim modelima.....	35
Slika 26. Prikaz razmještaja modela rasvjetnih tijela unutar scene	37
Slika 27. Primjer lošeg osvjetljenja unutar scene	38
Slika 28. Prikaz IES profila za fotometrička svjetla	39
Slika 29. Prikaz izbornika za manipuliranje postavkama corona svjetlom	40
Slika 30. Prikaz razmještaja corona light i corona sun svjetala unutar scene.....	41
Slika 31. Prikaz 3d scene i raznih osvjetljenja koristeći razne HDRI mape.....	42
Slika 32. Prikaz kvalitetnog materijala za drvo i odjeću na profesionalnom modelu.....	43
Slika 33. Vrste UVW projekcija : planar, cylindrical, box i sphere	44
Slika 34. Primjer mapa za floor generator pod	45
Slika 35. Izgled lightmix render elementa	46
Slika 36. Izgled lightmix render elementa sa ugašenim svjetlima naknadno	47
Slika 37. Finalni izgled Kamera 1.....	48
Slika 38. Finalni izgled Kamera 2.....	49
Slika 39. Finalni izgled Kamera 3.....	49

Slika 40. Finalni izgled Kamera 4.....	50
Slika 41. Renderirana panorama korištena kod 3D virtualnih šetnji	52
Slika 42. Slika vizualizacije izrađene u Unreal Engine 4	53
Slika 43. Primjer eksterne arhitekturne vizualizacije objekta u 3D-s Maxu.....	54
Slika 44. 3D printana proteza.....	56
Slika 45. GIS Map integrirana s Pleiades 3D ArcScene (0.5m)	57